Курс Лекций по дисциплине

«Реконструкция зданий и сооружений»

для обучающихся направления подготовки(специальности)

08.04.01 «Строительство»

(заочной формы обучения)

программа подготовки

**«**Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертизы объектов недвижимости**»**

Разработчик: к.т.н., доцент Гиря Л.В.

**Тема 1. Социально-экономические, градостроительные и архитектурные основы реконструкции зданий.**

Введение

Реконструкция зданий и сооружений — это их переустройство с целью частичного или полного изменения функционального назначения, установки нового эффективного оборудования, улучшения застройки территорий, приведения в соответствие с современными возросшими нормативными требованиями. (Переустройство включает перепланировку и увеличение высоты помещений, усиление, частичную разборку и замену конструкций, а также надстройку, пристройку и улучшение фасадов зданий.)

**Реконструкция здания** (ВСН 58-88р «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения») – комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей (количества и площади квартир, строительного объема и общей площади здания, вместимости или пропускной способности или его назначения) в целях улучшения условий проживания, качества обслуживания, увеличения объема услуг. (**Ремонт здания** - комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий по устранению физического и морального износа, не связанных с изменением) основных технико-экономических показателей здания.)

Она (реконструкция) является частью общей реконструкции городского района, жилого массива, комплекса социально-бытовых, культурных учреждений или производственных предприятий.

Реконструкция зданий и сооружений осуществляется и при проведении технического перевооружения предприятий, однако в этом случае расходы на строительно-монтажные работы не должны превышать 10 % общих капиталовложений.

Значительный рост объемов капитальных вложений в реконструкцию вызван инвестиционной и социальной политикой, которая начала проводиться у нас в стране с 1985 г. и закреплена соответствующими правительственными постановлениями. Это в первую очередь относится к реконструкции и техническому перевооружению промышленных предприятий, направленных на интенсификацию производства, освоение выпуска новых видов продукции.

Реконструкция должна носить комплексный характер, учитывать длительную перспективу развития города, района, предприятия. Некомплексность подхода, удовлетворение только интересам сегодняшнего дня, отсутствие перспективного плана могут привести через определенное время к невозможности осуществления последующей реконструкции без сноса сложившейся после проведения реконструкции застройки.

Как правило, реконструкция жилых, гражданских и производственных зданий проводится в условиях повышенной стесненности, что не позволяет использовать оптимальные комплекты строительных механизмов и машин, организовывать места складирования для создания нормативных запасов материалов и изделий. Сама доставка конструкций (особенно крупногабаритных) может быть чрезвычайно затруднена сложившимися габаритами проездов.

Серьезные трудности часто возникают при определении места рациональной установки грузоподъемных механизмов в монтажной зоне, а в некоторых случаях при разборке и монтаже конструкций вообще не представляется возможным воспользоваться кранами и необходим переход на менее индустриальные конструктивные решения. Для указанных ситуаций разработан и успешно реализовывается целый ряд предложений, основанных на использовании конструкций как из традиционных строительных, так и из новых легких высокопрочных материалов.

Реконструкция связана с восстановлением эксплуатационных показателей и усилением несущих элементов зданий и сооружений. Эти работы требуют индивидуальных подходов, отличных от подходов к конструктивным решениям при новом строительстве.

Серьезные трудности возникают в процессе реконструкции производственных зданий в связи с необходимостью обеспечения минимума остановки работы предприятий. Потери вследствие уменьшения выпуска продукции сопоставимы, а в некоторых случаях существенно превышают объемы капитальных вложений на строительно-монтажные работы по реконструкции или техническому перевооружению. Поэтому необходимо применение специальных методов усиления, разборки, монтажа конструкций, исключающих полностью или сводящих к минимуму остановку работы предприятий.

Работы по реконструкции зданий и сооружений отличаются повышенной по сравнению с новым строительством трудоемкостью на 25...30 %, а по отдельным переделам на 50...100%. Таким образом, возникает необходимость корректировки нормирования труда.

С другой стороны, общие затраты времени на реконструкцию в 1,5...2 раза меньше, чем на новое строительство. Это способствует быстрейшему вводу производственных мощностей, жилых и общественных зданий — ускорению решения экономических, социально-бытовых и градостроительных задач.

**1.1. Роль реконструкции зданий и сооружений в решении социальных, градостроительных и архитектурных задач.**

Жилищный фонд городов и поселков городского типа в нашей стране увеличился и достиг к настоящему времени около 4 млрд. м2 общей площади. Городской жилищный фонд страны характеризуется исключительным разнообразием застройки, типов зданий, квартир, появившихся в различные периоды градостроительной деятельности. В настоящее время имеется 45,6 млн. квартир и индивидуальных домов и примерно 7 млн. мест в специализированном жилище.

Среди различных групп городов распределение жилищного фонда, %, таково:

Крупные и крупнейшие (свыше 500 тыс. жителей 35

Большие (свыше 100 тыс. жителей) 27

Средние (свыше 50 тыс. жителей) 10

Малые 28

По периодам возведения общественный жилищный фонд, %, делится следующим образом:

Дореволюционной постройки 5

Строительства 1917...I960 гг 27

Строительства 1961 г. и по настоящее время 68

При этом в жилищном фонде, возведенном в период с 1961 г., приходится примерно 22 % на дома, построенные по типовым проектам второго поколения, и 15 % — по проектам третьего поколения.

Более 90 % общественного жилищного фонда приходится на капитальные здания со сроком службы 100...150 лет с фактическим физическим износом в основном до 30 %. Наибольший удельный вес среди них приходится на крупнопанельные дома — 35 %.

Жилищный фонд послереволюционного периода строительства имеет более однородную структуру. Различия имеются в уровне комфорта квартир, обусловленного социальными задачами, экономическими и техническими возможностями государства на разных этапах развития жилищного строительства.

**Цель реконструкции** жилищного фонда заключается в его переустройстве для улучшения планировочного решения, повышения степени благоустройства инженерного оборудования зданий, создания квартир для посемейного заселения, отвечающих современным социологическим и демографическим требованиям.

При реконструкции жилой застройки всесторонне учитываются социальные и градостроительные ее задачи, а также экономическая и техническая эффективность ее осуществления.

**Социальные задачи реконструкции** заключаются в коренном обновлении застройки и планировочной структуры жилого фонда. Эти задачи предусматривают улучшение и постепенное выравнивание условий жизни населения в старых и новых городских районах, которые должны удовлетворять современным и перспективным требованиям.

**Градостроительные задачи реконструкции** заключаются в улучшении планировочной структуры города, оздоровлении городской среды, повышении архитектурно-пространственных качеств застройки, совершенствовании сети магистралей улиц, площадей, транспортных и пешеходных связей, а также в упорядочении систем инженерного оборудования и коммунального хозяйства.

В настоящее время широко проводится реконструкция жилищного фонда городов страны. В первую очередь намечается закончить реконструкцию зданий, построенных до 1917 г., и начать массовую реконструкцию жилых домов, построенных в 30-е и послевоенные годы. Одновременно с реконструкцией указанного жилищного фонда будет осуществляться модернизация тех зданий, повышение жилищного стандарта в которых можно достичь без изменения их объема. Модернизация коснется в конце столетия и жилищного фонда, построенного после 1961 г., однако в основном отдельных жилых домов, возведенных по типовым проектам некоторых серий первого поколения.

Характерными и самыми массовыми объектами реконструкции являются жилые здания, прослужившие от 50 до 100 лет и более, которые составляют значительную часть жилищного фонда крупных городов страны. Многие из них представляют собой капитальные многоэтажные строения, пригодные по техническому состоянию к дальнейшей продолжительной эксплуатации. Чрезвычайно существенны в градостроительном отношении их эстетические и архитектурные качества. Индивидуальный облик старых жилых зданий играет большую, а иногда и главную роль в формировании своеобразия старых городских районов, особенно центральных частей городов. Вместе с тем старые жилые здания в большинстве своем имеют значительный физический и моральный износ. Их реконструкция представляет собой важную архитектурную, градостроительную и сложную техническую задачу.

Практика реконструкции общественных зданий пока менее обширна, а главное, менее единообразна. Последнее обстоятельство обусловлено двумя причинами: во-первых, большой номенклатурой весьма отличных друг от друга общественных зданий различного профиля и разных масштабов, а во-вторых, разнообразием функционального назначения зданий. Среди реконструируемых общественных зданий имеются специально построенные для этой цели, а есть приспособленные.

Основной объем работ по реконструкции общественных зданий приходится на старые районы города. Большинство из находящихся здесь зданий построено уже давно и подверглось физическому и моральному износу.

Несоответствие функций учреждений зданиям, в которых они вынуждены располагаться, постоянно возрастает. Особенно резким оно стало в наши дни, когда высокий уровень технической оснащенности стал необходим для всех форм деятельности. По этой же причине не удовлетворяют современным требованиям даже те старые здания, которые используются по своему первоначальному назначению: больницы, учебные заведения и т.д. Изменились не только требования к их планировке и уровню инженерного благоустройства, совершенно по-иному оцениваются в настоящее время максимальные и минимальные размеры этих учреждений, принципы их размещения и др.

**1.2. Сроки службы зданий и их фактический износ.**

Под ***сроком службы конструкций*** понимается календарное время, в течение которого под воздействием различных факторов они приходят в состояние, когда дальнейшая эксплуатация становится невозможной, а восстановление — экономически нецелесообразным. В срок службы включается время, затраченное на ремонт. Срок службы здания определяется сроком службы несменяемых конструкций: фундаментов, стен, каркасов.

Нормативный срок службы устанавливается СНиПом и является усредненным показателем, который зависит от капитальности зданий.

Жилые здания по материалу стен и перекрытий делят на шесть групп (табл. 1).

Таблица 1. Классификация зданий в зависимости от материала стен и покрытий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | Тип зданий | Фундаменты | Стены | Перекрытая | Срок службы, лет |
| I | Особокапитальные | Каменные  и бетонные | Кирпичные, крупноблочные и крупнопанельные | Железобетонные | 150 |
| II | Обыкновенные | То же | Кирпичные и  крупноблочные | Железобетонные или смешанные | 120 |
| III | Каменные облегченные | » | Облегченные из кирпича, шлакоблоков и ракушечника | Деревянные или железобетонные | 120 |
| IV | Деревянные, смешанные сырцовые | Ленточные бутовые | Деревянные смешанные | Деревянные | 50 |
| V | Сборно-щитовые, каркасные, глинобитные, саманные и фахверковые | На деревянных «стульях» или бутовых столбах | Каркасные глинобитные | » | 30 |
| VI | Каркасно-камышитовые | — | — | — | 15 |

Общественные здания по капитальности и используемому материалу стен и перекрытий делят на девять групп (табл. 2).

Таблица 2. Классификация общественных зданий в зависимости от материала стен и перекрытии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа зданий | Конструкция зданий | Срок службы, лет |
| I | Здания особо капитальные с железобетонным или металлическим каркасом, с заполнением каменными материалами | 175 |
| II | Здания капитальные со стенами из штучных камней или крупноблочные; колонны или столбы железобетонные либо кирпичные; перекрытия железобетонные или каменные, своды по металлическим балкам | 150 |
| III | Здания со стенами из штучных камней или круп­ноблочные, колонны и столбы железобетонные или кирпичные, перекрытия деревянные | 125 |
| IV | Здания со стенами из облегченной каменной кладки; колонны и столбы железобетонные или кирпичные; перекрытия деревянные | 100 |
| V | Здания со стенами из облегченной каменной кладки; колонны и столбы кирпичные или деревянные; перекрытия деревянные | 80 |
| VI | Здания деревянные с бревенчатыми или брусчатыми рублеными стенами | 50 |
| VII | Здания деревянные, каркасные и щитовые | 25 |
| VIII | Здания камышитовые и прочие облегченные (деревянные, телефонные кабины и т. п.) | 15 |
| IX | Палатки, павильоны, ларьки и другие облегченные здания торговых организаций | 10 |

Здания и сооружения независимо от их класса и капитальности в процессе эксплуатации подвергаются материальному и моральному износу.

Под **материальным, или физическим износом** здания и его конструктивных элементов подразумевается постепенная утрата первоначальных технических свойств под воздействием естественных факторов.

Степень материального износа здания и отдельных его частей зависит от физических свойств материалов, использованных при его строительстве, от характера и геометрических размеров конструкций, особенностей расположения здания на местности, условий эксплуатации и других факторов.

Под **моральным износом здания** понимается его несоответствие функциональному или технологическому назначению, возникающее под влиянием технического прогресса. Такой износ в большинстве случаев наступает раньше, чем материальный. Например, в жилых районах старой застройки имеется много домов, которые по состоянию основных конструкций могут существовать еще длительное время, но из-за морального износа нуждаются в переустройстве.

К признакам морального износа жилых зданий относятся: несоответствие планировки квартир современным требованиям и нормам (в одной квартире проживает несколько семей, имеются проходные и темные комнаты, санитарные узлы не благоустроены); несоответствие инженерного оборудования дома современным требованиям и нормам; переуплотненность застройки жилых кварталов; недостаточное благоустройство и озеленение жилых кварталов.

Опыт показывает, что в нормальных эксплуатационных условиях большинство конструкций за нормативный срок службы не исчерпывают своих физико-механических качеств.

О значимости фактора морального износа свидетельствует положение, сложившееся с полносборными зданиями первого поколения. Основные их конструктивные элементы сохранили достаточно высокий запас прочности, однако планировочные и комфортные характеристики не соответствуют современным требованиям жилищного стандарта.

*Экономический срок службы* — это примерный срок, по истечении которого требуется либо полная реконструкция здания, либо замена конструкций. Экономический срок службы рассматривают в расчете норм амортизации и эффективности расходования средств на ремонт. Исходя из сроков службы основных конструкций, рассчитывают нормы амортизации на здания, в то время как стоимость конструкций с меньшими сроками службы составляет более 50 % сметной стоимости дома.

Разнообразие архитектурно-планировочных, конструктивных решений и эксплуатационных показателей полносборных зданий серий первого поколения предопределяет необходимость дифференцированного подхода к вопросу их дальнейшего использования. Конструктивные решения примерно 25 % пятиэтажных зданий и современный технический уровень ремонтно-строительного производства не позволяют выполнить экономически эффективную реконструкцию или модернизацию. Для этой группы зданий целесообразно после проведения капитального ремонта осуществить мероприятия по частичному расселению и компенсации недостаточного комфорта повышенной нормой жилой площади.

Значительно больше пятиэтажных зданий, технические особенности которых позволяют провести реконструкцию (изменение объемно-планировочных характеристик, пристройку и т. п.) или модернизацию (перепланировку квартир) с целью совершенствования структуры квартирного фонда, функционального зонирования помещений, коренного улучшения качества квартир на первом и последнем этажах, оборудования зданий лифтами и т. д.

**1.3. Предварительная оценка возможности и целесообразности реконструкции жилых зданий.**

Особенностью настоящего этапа реконструкции центров крупных городов является требование максимального сохранения сложившейся застройки, пригодной к дальнейшей эксплуатации. Причиной более бережного, чем два десятилетия назад, отношения к старой застройке является ее доля в жилищном фонде городов. Чрезмерный снос при реконструкции зданий, пригодных к проживанию, тормозит прирост жилой площади в городах и поэтому он должен быть уменьшен.

Реконструкция жилой застройки должна решаться комплексно с учетом генерального плана развития города. Проектирование комплексной реконструкции жилых кварталов ведется в три этапа: 1) обследование сложившейся застройки и ее анализ; 2) прогнозирование содержания реконструктивных мероприятий на основе результатов обследования существующей застройки, генерального плана застройки города и перспективных разработок на более отдаленные периоды; 3) разработка проектов реконструкции жилых кварталов на срок peaлизации генерального плана (I этап) и за его пределами — до полного завершения комплексной реконструкции (II этап).

Как правило, реконструкционные работы считаются рентабельными, если затраты на их проведение не превышают 70 % стоимости нового здания, но это не относится к случаю, когда речь идет о модернизации и восстановлении зданий, являющихся историческими или архитектурными памятниками.

Как показывают расчеты, в структуре единовременных затрат, связанных с реконструкцией зданий типовых серий, удельный вес реконструкции составляет 50...60%. Остальные затраты связаны с устранением морального износа и решением главной задачи — улучшением условий проживания. При этом реконструкция более эффективна, так как она дает возможность не только улучшить качество квартир, но и повысить плотность застройки, что весьма важно в условиях дефицита свободных городских территорий.

На эффективность реконструктивных мероприятий решающее влияние оказывают временные границы их осуществления. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что реконструкцию полносборных зданий целесообразно проводить в период 30...60 лет с начала эксплуатации. За пределами указанного срока эффективность реконструкции существенно снижается, поскольку потребуется значительно больший объем ресурсов по устранению физического и морального износа.

Реконструкция сложившейся застройки как вид градостроительной деятельности существенно отличается от нового строительства. Ее нормы и правила выделены в главе II СНиП 2.07.01-89\* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (взамен СНиП 60—75) в отдельный раздел.

Центральные районы крупных городов России отличает огромное многообразие сложившейся застройки — от многоэтажных капитальных массивов Москвы, Санкт-Петербурга и других городов до одноэтажной из местных материалов традиционной застройки исторических городов наокраинах.

Важной частью технологии проектирования реконструкции жилых зданий является изучение существующего жилищного фонда, систематизация его архитектурных, конструктивных градостроительных особенностей, разработка рациональных решений по реконструкции, накопление, аналогов, разработка методических материалов, пособий типовых решений и проектов.

Такое исследование должно выполняться для каждого города, области, республики, региона в целом. Оно позволяет разделить фонд на группы по различным технико-экономико-технологическим характеристикам и является исходным материалом для проектирования комплексного обновления и реконструкции городов и районов. На стадии проектирования реконструкции зданий и микрорайонов эти данные уточняются и конкретизируются. Для каждого уровня проектирования должен быть конкретный исходный материал: для города (района) — комплексная схема капитального ремонта (переустройства) жилищного фонда, для микрорайона или отдельного здания — проектное предложение (принципиальное решение) по реконструкции.

**1.4. Особенности реконструкции производственных зданий и необходимость ее проведения.**

Увеличение объемов производства продукции для удовлетворения растущих общественных потребностей может быть достигнуто только на основе интенсификации, т.е. внесения таких качественных изменений в материально-технический базис производства, которые позволят полнее использовать производственные мощности, все виды сырья и топлива, облегчить труд работников, сделать его более привлекательным и производительным. В этом конечная задача технического перевооружения и реконструкции производства.

Нельзя не учитывать еще один фактор — переход производства на изготовление новых видов продукции.

В основе реконструкции должна лежать замена старой техники новой, более совершенной, модернизация оборудования, комплексная механизация и автоматизация производства, совершенствование технологических процессов, улучшение организации производства и в особенности развитие специализации и кооперирования, применение более эффективных видов сырья, повышение качества выпускаемой продукции, совершенствование организации труда и др.

С целью упорядочения планирования, проектирования, финансирования, учета и организации строительного производства в условиях технического перевооружения и реконструкции установлены такие понятия, как расширение, реконструкция и техническое перевооружение предприятий

***Расширение действующих предприятий*** — это строительство дополнительных и новых производств, расширение существующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения на территории или примыкающих к ней площадках с целью создания дополнительных или новых производственных площадей, а также строительство филиалов и производств, входящих в состав этих предприятий, которые после ввода в эксплуатацию не будут находиться на самостоятельном балансе.

***Реконструкция действующих предприятий*** — это переустройство существующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, как правило, без расширения имеющихся зданий и сооружений основного назначения, связанное с совершенствованием и повышением технико-экономического уровня на основе достижений научно-технического прогресса и осуществляемое по комплексному проекту на реконструкцию предприятия в целях увеличения производственных мощностей, улучшения качества и изменения номенклатуры продукции, в основном без увеличения численности работающих при одновременном улучшении условий их труда и охраны окружающей среды.

При реконструкции действующих предприятий могут осуществляться расширение отдельных зданий и сооружений основного, подсобного и обслуживающего назначения в случаях, когда новое высокопроизводительное и более совершенное по техническим показателям оборудование не может быть размещено в существующих зданиях; строительство новых и расширение существующих цехов и объектов подсобного и обслуживающего назначения в целях ликвидации диспропорций; строительство новых зданий и сооружений взамен ликвидируемых на территории действующих предприятий, дальнейшая эксплуатация которых по техническим и экономическим условиям нецелесообразна.

***Техническое перевооружение*** действующих предприятий — это комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств, цехов и участков на основе внедрения передовой техники и технологии, механизации и автоматизации, модернизации и замены устаревшего и физически изношенного оборудования новым более производительным, а также по совершенствованию общезаводского хозяйства и вспомогательных служб.

Цель технического перевооружения действующих предприятии — всемерная интенсификация производства, увеличение производственных мощностей выпуска продукции и улучшение ее качества при обеспечении роста производительности труда и сокращения рабочих мест, снижения материалоемкости и себестоимости продукции, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов, улучшения других технико-экономических показателей предприятия. Доля строительно-монтажных работ не должна превышать 10 % капитальных вложений, предусмотренных на техническое перевооружение.

Проведенное обследование 3,5 тыс. строительных объектов показало, что реконструкция и техническое перевооружение обходятся дешевле и сроки ввода мощностей значительно сокращаются. На новостройках капиталоемкость на 1 руб. продукции составила 1,21 руб., на расширяемых предприятиях - 1,08, на реконструируемых - 0,98, а при техническом перевооружении - 0,83 руб. Срок окупаемости при новом строительстве в среднем составляет 4,8 года, при реконструкции - около 4 лет, при техническом перевооружении — 3,5 года. Общие затраты при реконструкции на единицу производственной мощности в среднем примерно на 30 % ниже, чем при новом строительстве. Таким образом, при реконструкции значительно увеличивается выпуск и улучшается качество продукции практически на прежних площадях при стабильных трудовых коллективах. Вновь строящиеся предприятия требуют привлечения новых рабочих, обеспечения их объектами жилищного и культурно-бытового назначения и соответственно выделения дополнительных капитальных вложений. При реконструкции и техническом перевооружении эти трудности отпадают, что обеспечивает социально-экономические преимущества по сравнению с новым строительством.

**Долговечность и износ производственных зданий**. Целесообразность дальнейшего использования зданий с сохранением или изменением функций, реконструкции или сноса, как и у жилых зданий, определяется степенью их износа.

В период эксплуатации здания и сооружения промышленных предприятий подвергаются многочисленным природным и технологическим воздействиям, учитываемым в проекте при выборе материалов, конструкций и т.п. Однако на практике сочетание характеристик строительных материалов и конструкций может отличаться от установленных ГОСТом и вследствие суммарного воздействия многочисленных факторов может происходить ускоренный износ зданий и сооружений. В первую очередь это относится к зданиям гальванических цехов, очистных сооружений и др.

Развитие промышленности идет по линии более высоких скоростей технологических потоков, давлений, температур, образования агрессивных сред, т.е. по линии возникновения условий, когда на сооружение воздействуют более агрессивные среды и механические нагрузки, чем прежде, что, естественно, приводит к более быстрому их разрушению.

Возможные повреждения и физический износ конструкций промышленных зданий и сооружений может быть классифицирован по следующим основным признакам: причинам, их вызывающим; механизму коррозионного процесса разрушения конструкций; значимости последствий разрушения и трудоемкости восстановления зданий.

**Моральный износ**, т. е. потеря экономической эффективности, производственных зданий проявляется в двух формах. *Первая* — обусловлена уменьшением во времени их первоначальной стоимости. *Вторая форма* морального износа имеет место при худшем соответствии параметров существующих зданий требованиям реорганизации производства по сравнению с более прогрессивными решениями объектов аналогичного назначения (здание-эталон). Не оптимальными могут быть размеры сетки колонн, конфигурация в плане, высота этажей, несущая способность конструкций, мощность вентиляции, кондиционирования и т. д.

Архитектурно-планировочные структуры можно сгруппировать по трем основным периодам строительства: I группа — предприятия, построенные до 1945 гг., II группа включает предприятия, построенные в период 1946..... 1960 гг., и к III группе могут быть отнесены более современные предприятия, построенные уже после 1960 г.

Архитектурно-планировочные структуры предприятий II периода строительства характеризуются регулярностью планировочных решений и достаточно высокой степенью блокирования корпусов основного производства. На предприятиях машиностроения используются в застройке в основном крупные одноэтажные здания с верхним естественным освещением.

Планировка предприятий III периода строительства регулярная, с характерной высокой степенью блокирования объектов, в результате чего основные здания отличаются большими размерами и объемом. Например, для крупных предприятий машиностроения характерны преимущественно одноэтажные здания с фонарями верхнего света. В целом строительные решения предприятий позволяют организовать прогрессивные технологические процессы.

На большинстве старых предприятий (I период строительства) планировка не способствует рациональной пространственной организации производства и созданию комфортных условий труда. В первую очередь это объясняется тем, что в процессе развития предприятия его застройка велась хаотично, мелкие здания подсобных служб и складов чередовались с производственными корпусами, иногда окружая их с нескольких сторон, транспортные вводы пересекались людскими потоками и др. Поэтому одной из важнейших задач при реконструкции становится упорядочение застройки на основе функционального зонирования территории, благодаря которому создаются оптимальные условия для обновления производственного процесса.

**Особенности реконструкции производственных зданий**. Процесс технического перевооружения и реконструкции производств в большинстве случаев сопровождается заменой технологического оборудования, изменением соотношения различных участков и отделений и связанной с этим большей или меньшей перепланировкой помещений. Необходимость частичной или полной перепланировки может определяться изменением санитарных или пожарных характеристик реконструируемых или вновь размещаемых производств. Повышение культуры производства также требует существенной реорганизации внутреннего пространства. Во всех случаях она должна проводиться с учетом необходимости создания ясного композиционного решения интерьера, четкого зонирования площадей цехов на зоны производственных и вспомогательных помещений.

Основными факторами, оказывающими влияние на формирование архитектурных решений при реконструкции предприятий, являются:

* широкое внедрение новых технологических процессов и оборудования, повышающих производительность труда и требующих поддержания постоянных микроклиматических условий в цехах;
* повышение требований к инженерному обеспечению производств и связанное с этим увеличение годовых расходов электрической и тепловой энергии, а также воды;
* комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, создание систем автоматизированного управления производством, вызывающих существенные изменения в планировочной структуре зданий и соответственно функциональных зон;
* переход к новым формам территориальной организации производства, вызывающий необходимость изменения сложившейся структуры предприятий.

Характер работ в условиях действующего производства вызывает существенное отличие реконструкции от нового строительства в области проектных решений зданий и технологических процессов их возведения, что сопряжено с рядом факторов, не свойственных возведению новых объектов.

Условия производства работ значительно усложняются из-за повышенной стесненности и необходимости совмещения строительно-монтажных работ с основной деятельностью предприятия. Объемно-планировочные и конструктивные решения реконструируемых зданий ограничивают возможность использования оптимальных комплектов строительных машин и поточной организации строительно-монтажных работ, что приводит к повышенной трудоемкости выполнения работ, непроизводительным затратам рабочего времени, низкой эффективности использования строительных машин и, как следствие, существенным экономическим потерям, которые в ряде случаев не компенсируются действующими поправочными коэффициентами к сметным нормам. Особенно заметно эти негативные последствия проявляются при демонтаже и монтаже строительных конструкций.

При реконструкции появляется необходимость выполнения комплекса работ, не присущих новому строительству — демонтаж конструкций, их усиление: замена отдельных конструктивных элементов, разборка сооружений. Особенностью демонтажных работ и работ по усилению конструкций является то, что им практически всегда сопутствует комплекс работ по обеспечению устойчивости сохраняемых частей зданий и усиливаемых конструкций. Эти работы, как правило, выполняются в условиях действующего цеха, что затрудняет их механизацию. При этом основным средством монтажа являются простейшие, монтажные приспособления — лебедки, тали, полиспасты, домкраты, монтажные балки, что приводит к значительным непроизводительным затратам труда при организации рабочих мест и повышенным затратам труда в процессе производства работ.

К особому виду относятся работы по изменению геометрических параметров цеха без демонтажа существующих конструкций: изменение шага колонн, пролетов, выборочная замена отдельных конструктивных элементов. Ограниченность высотных и плановых габаритов здания в большинстве случаев исключает возможность применения монтажных кранов, а технологически специализированных комплексов машин и приспособлений для выполнения этих видов работ в настоящее время недостаточно.

**Необходимость проведения реконструкции промышленных зданий и сооружений.** При современных темпах развития промышленности как у нас в стране, так и за рубежом изменения видов выпускаемой продукции и оснащенности промышленных предприятий происходят в относительно короткие промежутки времени, при этом здания и сооружения остаются, как правило, неизменяемыми.

Относительные изменения технологий и замена оборудования промышленного производства происходят в машиностроении через 10...15 лет, в химической промышленности — менее 6...8 лет, в электронной — через 5 лет.

Физическая долговечность промышленных зданий и сооружений находится в пределах 50... 100 лет.

Принимая во внимание нижние границы долговечности зданий, необходимо отметить, что за время их эксплуатации изменение основной технологии происходит от 3 до 5 раз и более. При каждом изменении технологии и замене оборудования, машин и установок возникает необходимость в обновлении и реконструкции существующих промышленных зданий и сооружений.

**Тема 2. Организация работ при обследовании зданий и сооружений для проектировании их реконструкции.**

**2.1. Задачи обследований зданий и сооружений**

Обследование зданий и сооружений является важнейшей частью комплекса работ по оценке их технического состояния. При обследовании должны быть установлены действительная несущая способность и эксплуатационная пригодность строительных конструкций и оснований с целью использования этих данных при разработке проекта реконструкции. Также должен вестись поиск оптимального варианта конструктивно-планировочного решения, способа возможного усиления несущих конструкций с учетом его технологичности, обеспечения минимума затрат трудовых, материальных ресурсов и времени на выполнение работ по реконструкции.

В настоящее время проектирование строительных конструкций из материалов всех видов ведется в соответствии с методом расчета по предельным состояниям. В связи с этим при обследовании железобетонных, каменных, металлических, деревянных конструкций и оснований к ним необходимо предъявлять требования по первой группе предельных состояний (по несущей способности) и по второй группе (по пригодности к нормальной эксплуатации) согласно действующим СНиПам на проектирование конструкций из этих материалов и оснований.

Нормативные и расчетные значения нагрузок и воздействий необходимо назначить согласно фактическим данным и действующим СНиПам по определению нагрузок и воздействий. Тот же подход в основном относится и к установлению нормативных и расчетных характеристик грунтов оснований и значений сопротивлений материалов сохраняемых конструкций.

После выполнения основных этапов обследования проводится оценка технического состояния строительных конструкций объекта, которая включает анализ результатов инструментальных испытаний, окончательное определение согласованных с заказчиком нагрузок и воздействий, проведение проверочных расчетов несущих конструкций. В итоге составляется техническое заключение на обследуемые здания или сооружения, в котором в виде выводов дается общая оценка эксплуатационной пригодности рассматриваемых несущих конструкций.

**2.2. Методы обследований состояния зданий и конструкций**

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений выполняют квалифицированные группы инженерно-технических работников, специально подготовленных и оснащенных необходимыми приборами и оборудованием. Такие группы могут иметь проектные и научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, службы эксплуатации строительных объектов, научно-исследовательские подразделения и студенческие проектно-конструкторские бюро высших учебных заведений.

В своей работе группы обследования должны руководствоваться всеми действующими нормативными и инструктивными документами по реконструкции и обследованию зданий и сооружений и государственными стандартами на изыскательские работы, проектирование, строительство и эксплуатацию строительных объектов.

При подготовке к обследованию необходимо уделить внимание изучению опыта проектирования и строительства, применявшихся конструктивных решений, строительных материалов за исторический период, охватывающий время строительства и эксплуатации подлежащих реконструкции зданий и сооружений.

Основанием к проведению обследования должно служить задание, в котором указывается цель реконструкции и соответствующие основные требования, предъявляемые к конструкциям, ориентировочные планируемые технологические нагрузки и воздействия, планировочные решения и общие условия эксплуатации после реконструкции. При этом желательно располагать данными о технических возможностях строительной организации, которую предполагается привлечь к работе по усилению и перестройке зданий и сооружений, имеющихся строительных материалах, механизмах и др.

Для проведения обследования и согласования технических решений к основной группе привлекаются представители предприятия (служб главного архитектора, отдела капитального строительства и др.), а затем в некоторых случаях и представители подрядных и субподрядных организаций.

Обычно работы по обследованию выполняются в два этапа: 1) предварительное или общее обследование; 2) детальное обследование. При этом не исключается проведение обследования в один этап.

В целом обследование конструкций состоит из следующих видов работ: предварительный осмотр конструкций; изучение технической документации; ознакомление с особенностями существующего и будущего технологического процесса и режимов эксплуатации; инженерно-геодезические, инженерно-геологические и инженерно-гидрометеорологические изыскания; детальный натурный осмотр, обмеры конструкций и выявление дефектов; отбор и лабораторный анализ образцов (проб) материалов конструкций; определение планируемых нагрузок и воздействий; установление расчетной схемы и выполнение поверочных расчетов.

При необходимости могут быть проведены испытания конструкций в натурных условиях.

Необходимо отметить, что часть перечисленных видов работ может проводиться как на первом (предварительном) этапе обследования, так и на втором — детальном.

***Предварительные или общие*** обследования начинаются с осмотра сооружений и его конструкций, ознакомления с технической документацией и другими материалами, помогающими составить представление об изучаемом объекте.

На этом этапе, прежде всего осмотром должны быть выявлены участки и отдельные конструкции, имеющие аварийное состояние, и приняты меры по их временному усилению.

Изучение проектно-технической документации должно дать ответы на вопросы: *исторического характера*: начало и период строительства, время проведения капитальных и других видов ремонта, перестройки или перепланировки, изменения характера эксплуатации или технологических процессов, даты возможных аварий или серьезных нарушений условий эксплуатации, аварий, связанных с затоплением фундаментов или подъемом грунтовых вод, и др.; *об объемно-планировочном и конструктивном решениях*: ознакомление с рабочими чертежами сооружения (архитектурно-строительными, конструкторскими, внутренних инженерных сетей и наружных коммуникаций, инженерного оборудования), с расчетными нагрузками и воздействиями, с мероприятиями по защите конструкций от действия агрессивных сред, со схемами размещения технологического оборудования; *об инженерно-геологических условиях строительства и эксплуатации*.

Помимо основной проектно-технической документации, разработанной организацией-проектировщиком, должны быть использованы дополнительные материалы: акты передачи в эксплуатацию, акты на скрытые работы, паспорта-сертификаты, журналы производства работ, журналы эксплуатации, документы о проведенных ремонтах, строительных реконструкциях и др.

Часть сведений о строительстве и эксплуатации сооружений можно получить путем опроса рабочих и инженерно-технического персонала обследуемых предприятий.

Предварительным обследованием должны быть выявлены отступления от проектных данных по объемно-планировочным, конструктивным решениям, по виду и характеру нагрузок, включая природно-климатические и др.

При отсутствии проектно-технической документации или ее некомплектности необходимо выполнить предварительные обмеры конструкций и основные чертежи зданий и сооружений.

В процессе обмерочных работ необходимо фиксировать: деформации конструкций и их превышение над допустимыми; размеры сечений и положение конструкций в пространстве (привязка к координатным осям и отметкам); условия опирания, конструкцию и качество сопряжений и стыков элементов; прочность материалов конструкций (ориентировочно); нарушение сплошности (отверстия, околы, раковины и др.), расслоение, увлажнение и замораживание материалов конструкций; повышенную тепло- и воздухонепроницаемость ограждающих конструкций и другие имеющие место дефекты и повреждения специфического характера.

Для удобства работ и систематизации материалов натурного обследования рекомендуется сооружения разбивать на зоны в соответствии с характерными признаками по материалу и виду конструкций, а также их функциональному назначению (балки, колонны, плиты покрытия, стены и др.), по распространению эксплуатационных воздействий на строительные конструкции в объеме здания или сооружения.

По результатам предварительных или общих обследований производится ориентировочная оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений и намечается программа детального обследования.

***Детальное обследование*** — одно из звеньев диагностики объектов, проводится с целью сбора окончательных максимально достоверных (обоснованных) сведений для оценки технического состояния строительных конструкций, являющегося основой для выбора конструктивного решения при реконструкции зданий и сооружений.

В результате детальных обследований строительных конструкций рекомендуется получить: данные уточненной проектно-технической документации; обмерочные чертежи, фиксирующие положение строительных конструкций в плане и по высоте с указанием сечений несущих элементов, осадок, перемещений, смещений и других отклонений от проекта или нормативных требований. Далее необходимо выполнить комплекс работ по установлению фактических значений физико-механических характеристик материалов, для чего должны быть максимально использованы неразрушающие и лабораторные методы испытаний. Уточняются, систематизируются дефекты и повреждения конструкций, их узлов и сопряжений, а также собираются сведения об эксплуатационной среде, воздействующей на конструкции и основания, определяется величина статических нагрузок и воздействий, а также динамических, включая данные вибродиагностики (собственные частоты, динамическую жесткость). Принимается расчетная схема несущих конструкций для выполнения окончательных поверочных расчетов отдельных элементов конструкций и сооружений в целом.

При этом детальное обследование конструкций в целом или часть его рекомендуется выполнять выборочным или сплошным. Сплошное обследование предполагает проверку всех конструкций, а выборочное — отдельных

*Сплошное обследование* должно производится, прежде всего, тех объектов, для которых установлен коэффициент надежности по назначению, равный единице, и во всех случаях, когда отсутствует проектная документация или обнаруженные дефекты строительных конструкций снижают их несущую способность, неодинаковы свойства материалов в однотипных конструкциях, условия нагружения, при действии агрессивных по отношению к материалам сред и прочих неблагоприятных условиях эксплуатации.

Если в процессе сплошного обследования обнаруживается, что не менее 20 % однотипных конструкций при их общем количестве более 20 шт. находятся в удовлетворительном техническом состоянии, то допускается оставшиеся непроверенные конструкции обследовать выборочно. Объем выборочно обследуемых элементов должен определяться исходя из конкретных условий (не менее 10 % количества однотипных конструкций, но не менее трех).

На этапе детальных обследований при выполнении обмерочных работ проводятся инженерно-геодезические изыскания с целью дальнейшей разработки достоверных чертежей зданий и сооружений, а также установления точных геометрических осей несущих конструкций и их искривлений для уточнения расчетных схем.

Инженерно-геологические изыскания рекомендуется проводить при отсутствии рабочих чертежей фундаментов реконструируемых сооружений, исполнительных документов по их возведению и материалов об инженерно-геологических условиях площадки строительства объекта, при расположении объекта на подрабатываемой территории или на основаниях, сложных в инженерно-геологическом отношении.

Специальные инженерные гидрогеологические и гидрометеорологические изыскания выполняются, с одной стороны, в случае проведения реконструкции объектов, расположенных на подтопленных или потенциально подтопляемых территориях, при эксплуатации зданий и сооружений в неблагоприятных условиях физико-геологических и гидрометеорологических воздействий, а с другой — при необходимости разработок проекта мероприятий по охране окружающей среды от неблагоприятною воздействия на нее реконструируемого объекта.

При выполнении комплекса работ по инструментальному определению физико-механических и физико-химических свойств материалов конструкций следует выделить элементы, которые эксплуатируются в условиях действия повышенных и высоких температур, пониженных и низких температур, агрессивных сред и др.

Анализ состояния конструкций, находящихся под воздействием повышенных и высоких температур, необходимо проводить, обратив внимание на источник тепловыделений, вид нагрева (конвективный, лучистый), температурный режим (циклический нагрев, постоянный нагрев, влажность, давление и др.).

При проведении детального обследования должен быть установлен вид и степень агрессивности среды (если она имеет место), проанализировано состояние материалов конструкций, как не имеющих специальных защитных покрытий, так и с ними, с точки зрения долговечности и надежности самих конструкций и защитных покрытий, основываясь на ГОСТ 6992—68 \* «Покрытия лакокрасочные. Метод испытаний на стойкость в атмосферных условиях» и др.

При выполнении всех видов работ по обследованию строительных конструкций необходимо вести строгий учет полученных данных в специальных журналах, оформлять акты обследований на различные виды работ и т. п., стремиться к оформлению информации в табличной форме и ее систематизации.

**2.3. Инструменты и приборы, применяемые для диагностики конструкций**

В процессе диагностики и освидетельствования строительных конструкций зданий и сооружений для определения физико-механических и физико-химических свойств материалов, геометрических характеристик, прогибов и перемещений, дефектоскопии применяются самые разнообразные приборы и оборудование.

Подробные данные о приборах и инструментах, которые могут быть использованы при обследовании, приведены в специальной литературе по испытанию конструкций и сооружений и изучаются в соответствующем курсе. Применительно к задачам, возникающим в процессе диагностики и оценки технического состояния, как отдельных конструкций, так и сооружений в целом, можно условно выделить следующие группы приборов.

***Приборы, предназначенные для определения соответствий проектному положению строительных конструкций, включая деформации всех видов*** (для сооружений в целом и их элементов). Для этой цели применяются известные геодезические приборы и приспособления. Измерение горизонтальных и вертикальных углов производится теодолитом, определение положения точек по высоте и измерение превышения одних точек над другими — нивелиром.

В практике обследований конструкций и сооружений чаще всего применяются теодолиты Т2, 2Т5К (с компенсатором), относящиеся ко второй группе точности, и нивелиры H1, H05, относящиеся к первой группе точности, что не исключает использования других типов приборов, например нивелира «Кон-007» (Германия). При этом нивелиры используются со специальной оптической насадкой.

Для проектирования точек по вертикали при измерении кренов и колебаний сооружений применяются приборы вертикального проектирования, такие, как оптические центровочные приборы ОЦП-2 и «Зенит-ОЦП» или прецизионный «Зенит-ЛОТ» (PZL) фирмы «Карл Цейс Йена» (Германия).

Известен и механический прогибомер, состоящий из двух вертикальных штанг, соединенных раздвижной планкой с размещенным на ней угломером или уровнем.

Кроме того, используют фототеодолиты различных марок, с оборудованием для обработки данных измерений типа универсальной измерительной и стереофотограмметрической камер, инженерных фотограмметров, стереокомпараторов и др.

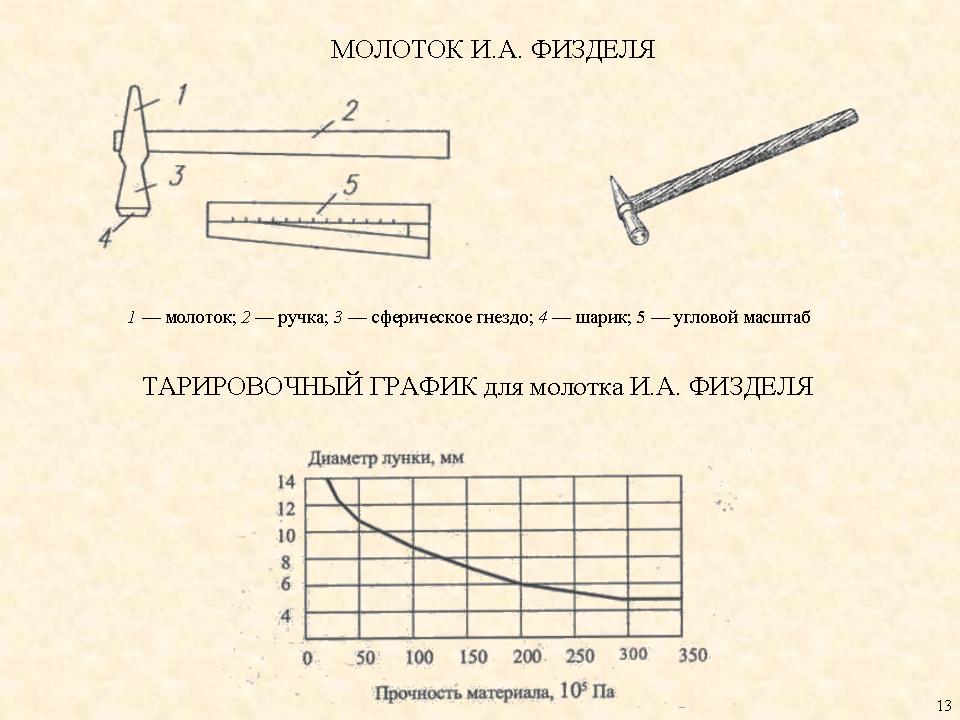
Для особо точных геодезических измерений могут быть использованы лазерные приборы (рисунок 1).

|  |  |
| --- | --- |
| Нивелир | Тахеометр |
| Цифровой нивелир LEICA SPRINTER 200M | Безотражательный электронныйтахеометр SET 530R-L |

Рисунок 1. Прибора для измерения деформаций

***Приборы, предназначенные для определения прочностных и деформативных свойств*** материалов, из которых изготовлены конструкции и сооружения. Очевидно, что наиболее достоверные данные могут быть получены путем прямых испытаний образцов материалов, выборочно изъятых из сооружения. Однако извлечение опытных образцов из конструкций часто затруднительно, поэтому предпочтение при обследовании существующих конструкций следует отдавать неразрушающим методам испытаний.

Большинство приборов для определения прочности бетона в изделиях и конструкциях неразрушающими механическими и физическими методами и их классификация приведены на рисунках 2 - 6.

Рисунки 2 и 3. Приборы для измерения прочности материала

***ИПС – МГ4.*** Принцип работы прибора основан на измерении параметров акустического импульса, возникающего на выходе склерометра при соударении бойка с поверхностью контролируемого материала.

***ОНИКС -2.5.*** Принцип работы прибора основан на обработке импульсной переходной функции электрического сигнала, возникающего в чувствительном элементе при ударе о бетон. Преобразование получаемого электрического параметра в прочность или другой эквивалентный параметр производится по формулам:

В = U \* ак,

R = (Ао + А1 В + А2В2) \* Кв \* Кф,

где В - условная твердость материала, МПа;

U - эквивалент электрического параметра;

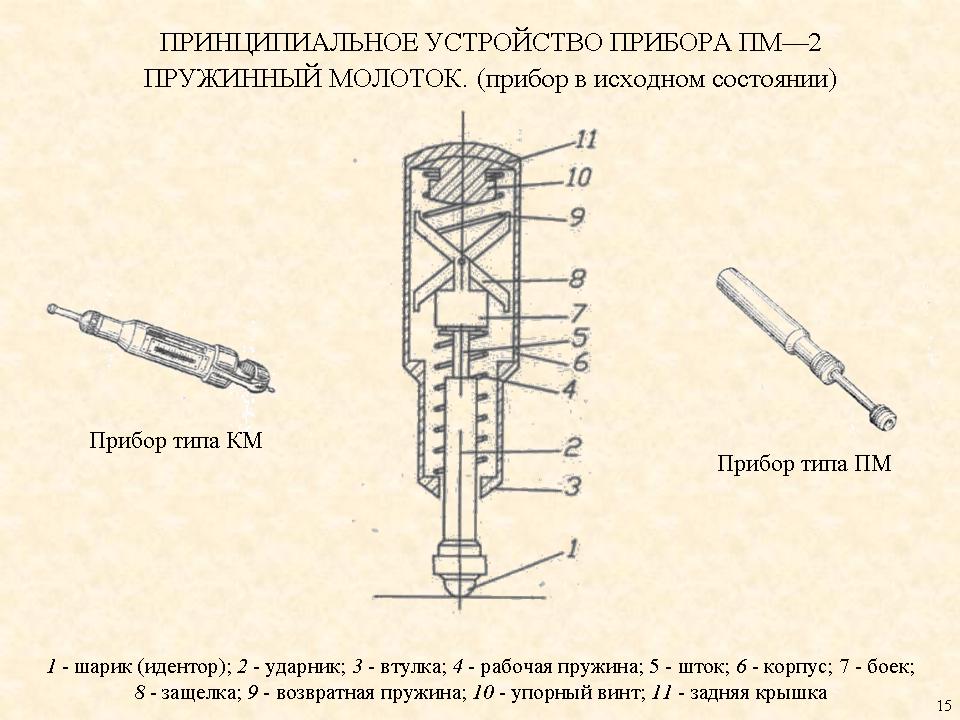
R - прочность, МПа;

ак - коэффициент калибровки;

Кв - коэффициент возраста бетона;

Кф - коэффициент формы;

Ao, A1, A2 - коэффициенты аппроксимирующего полинома.

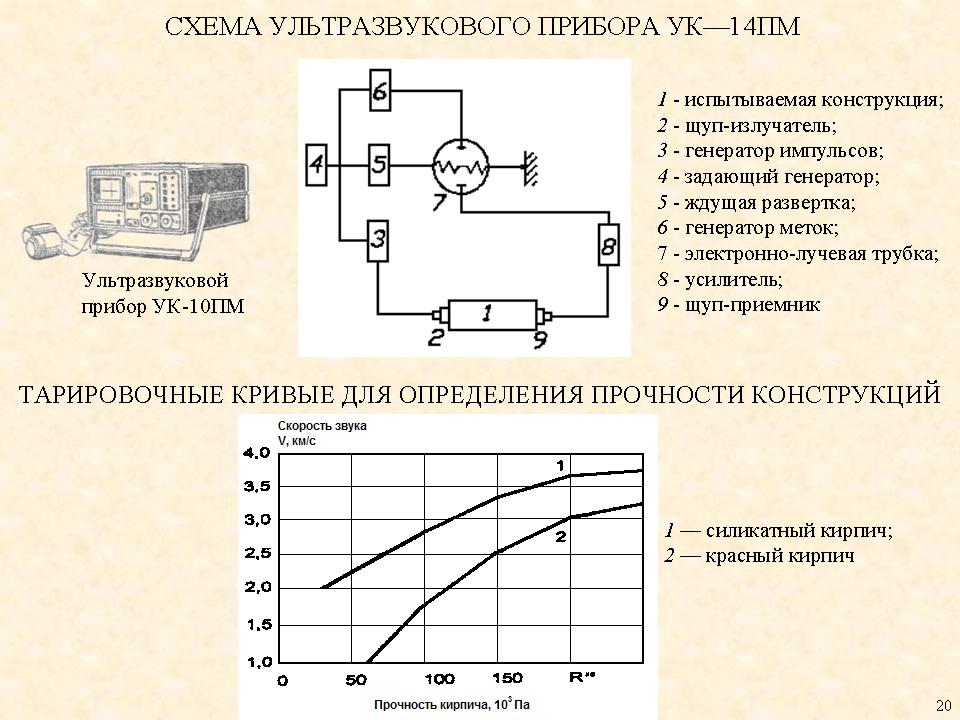
Рисунки 4 и 5. Приборы для измерения прочности материала



Рисунок 6. Приборы для измерения прочности материала

При определении динамических характеристик используются механические приборы: вибромарки, индикаторы часового, типа, амплитудометр конструкции А. М. Емельянова и Б. Ф. Смотрова, частотомер Фрама, виброграф ВР-1 и др.; электрические — осциллографы (типа Н004М, Н008М, Н010М, Н030, Н041, Н023 и Н700), быстродействующие самопишущие электрические приборы (БСП) (типа Н-327-1, Н-338-4 и др.) и магнитографы (типа МП-1, Н036 и др.). При этом замер непосредственно деформаций осуществляется с помощью тензорезисторов и комплектами приборов типа К001.

Дефектоскопия строительных конструкций и материалов выполняется с привлечением приборов, используемых для установления прочности бетона физическими методами (рисунки 7 и 8). Для измерения ширины раскрытия трещин применяют микроскопы типа МПБ-2 и МИР-2 (рисунок 9). Поиск скрытых в толще бетона и конструкций металлических деталей осуществляют с помощью специальных приборов, таких как ИЗС - 10Н, «ПОИСК – 1,0» (рисунок 10).

Рисунки 7 и 8. Приборы для измерения прочности материала физическими методами



Рисунок 9. Приборы для измерения ширины раскрытия трещин



Рисунок 10. Приборы для определения расположения арматуры

Физико-химические параметры, характеризующие свойства материалов сопротивляться химической агрессии, температурным и влажностным воздействиям, определяют с использованием специальных приборов и оборудования путем испытания образцов материалов, изъятых из конструкции в лабораторных условиях.

В процессе обследований может возникнуть необходимость испытания существующих конструкций для установления их жесткостных характеристик, а иногда и несущей способности. С этой целью используют традиционную аппаратуру и приспособления, применяемые для обеспечения статических и динамических испытаний строительных конструкций зданий и сооружений.

Для измерения усилий, передаваемых на конструкции домкратами, лебедками, талями и др., применяют пружинные и гидравлические динамометры перемещений (деформаций), прогибомеры типа ПМ-3 конструкции Н. Н. Максимова, ПАО-5 конструкции А. А. Аистова, компараторы и индикаторы часового типа, тензометры Гугенбергера, Н. Н. Аистова, а также электрические тензометры с использованием тензорезисторов различного вида и регистрирующей аппаратуры типа АИД, ТЦМ, ИДС и осциллографов. Кроме того, для определения прогибов, углов поворота конструкций используют клинометры, а для измерения перемещений конструкции в целом и ее узлов — описанные выше геодезические приборы.

**2.4. Техника безопасности при диагностике зданий**

В процессе обследования зданий и сооружений приходится выполнять различные по характеру работы. Соответственно к каждому виду работ предъявляются специфические требования по технике безопасности.

Поэтому при проведении диагностики помимо общих требований по технике безопасности должны выполняться положения по обеспечению безопасности проведения в отдельности всех видов работ по обследованию. (ВСН 48-86 (р) Правила безопасности при проведении обследований жилых зданий для проектирования капитального ремонта)

Особое внимание необходимо обратить на работы, считающиеся опасными (в зданиях, отнесенных к аварийным, на высоте, в котлованах, с электроприборами и электроинструментом и др.). Опасные работы выполняются по специальным нарядам лицами не моложе 18 лет, предварительно сдавшими зачет по технике безопасности проведения специальных работ и прошедшими инструктаж и медицинское освидетельствование.

Диагностика строительных конструкций действующих промышленных предприятий должна производиться в присутствии ответственных лиц от производства, отвечающих за соблюдение техники безопасности на обследуемой территории или по согласованию с ними.

**Тема 3. Диагностика зданий и его конструкций при проектировании их реконструкции.**

**3.1. Определение деформаций зданий, сооружений и отдельных конструкций**

Деформации (перемещения), обнаруженные при обследованиях, можно разделить на общие, когда перемещаются и деформируются конструкции и сооружения в целом, и местные, когда перемещения, прогибы, повороты происходят в пределах одной конструкции, в узлах сопряжения, опирания и т. п.

Для определения общих деформаций могут быть использованы приборы и приспособления, приведенные в предыдущей лекции.

Основной причиной появления общих деформаций зданий и сооружений являются неравномерные осадки оснований. Чрезмерные перемещения последних объясняются либо ошибками при определении их несущей способности в процессе проектирования, либо нарушением условий нормальной эксплуатации, предусмотренной проектом. Чаще всего это нарушение гидрогеологических условий, замачивание просадочных грунтов, оттаивание ледовых прослоек, аварии систем водо- и теплоснабжения и др.

Для измерения осадок, кренов, сдвигов зданий, сооружений и их конструкций применяют методы инженерной геодезии.

Измерение осадок зданий и сооружений производят путем сопоставления отметок реперов и осадочных марок (рисунок 1). Опорные реперы закладывают на глубину с таким расчетом, чтобы основанием для них служили практически несжимаемые грунты (песчаники, плотные мергели, глины древних отложений и др.). Реперы располагают в 30... 120 м вокруг здания.

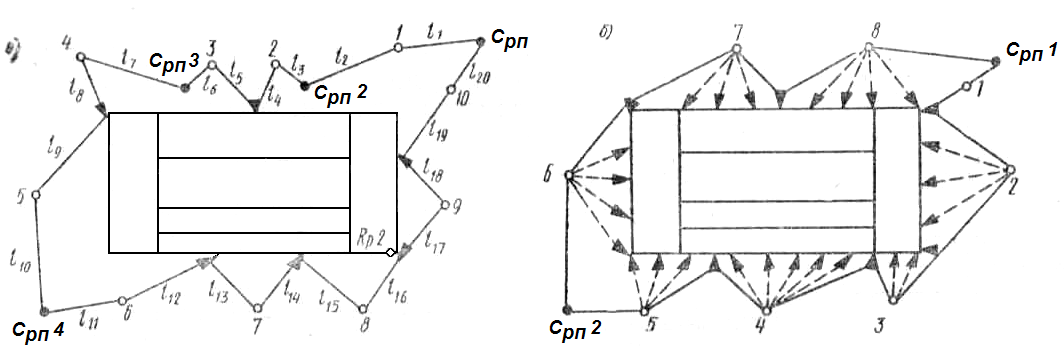


Рисунок 1. Схемы нивелирования:

а - опорных реперов; б - осадочных марок; 1...10 - номера станций; Срп1...Срп4 - свайные реперы; Δ – осадочные марки; Rp2 - стенной репер; *l*1….*l*20 - расстояния между станциями, свайными реперами и осадочными марками

Осадочные марки закладывают в фундаменты по периметру сооружения, номера пишут на стенах (колоннах) масляной краской (СЛАЙД).

Нивелировку опорных реперов и марок выполняют прецизионными нивелирами типа Н1, НЗ, «КОН-007» и др.

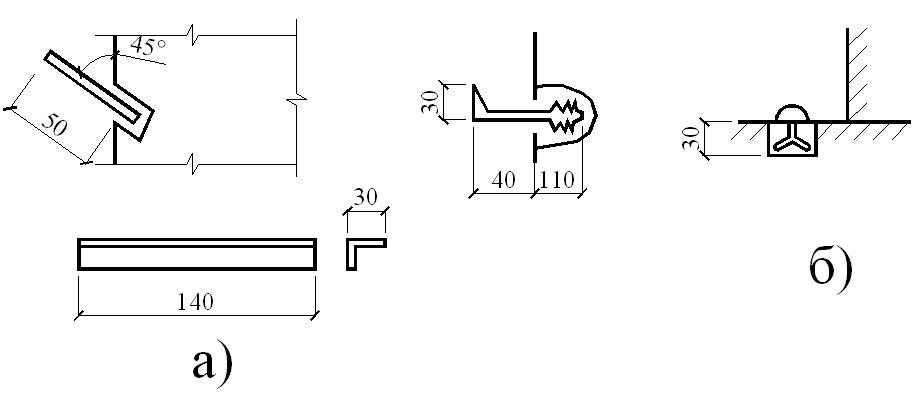


Рисунок 2. Осадочные марки: а) - стеновые; б) - цокольные

Определять крены сооружений можно различными способами: проектированием вспомогательной точки, измерением горизонтальных углов, боковым нивелированием (рисунок 3). В этих случаях рабочим прибором служит теодолит. Разработаны и специальные приборы — кренометры и клинометры, в которых для измерения наклонов сооружений используют точные уровни с измерительным винтом; переносной клинометр, клинометр фирмы «Стопани» (Швейцария), стационарный кренометр конструкции Н. Г. Видуева и В. П. Гржибовского, фотоэлектрический и дистанционный кренометры конструкции А. Г. Григоренко и др.

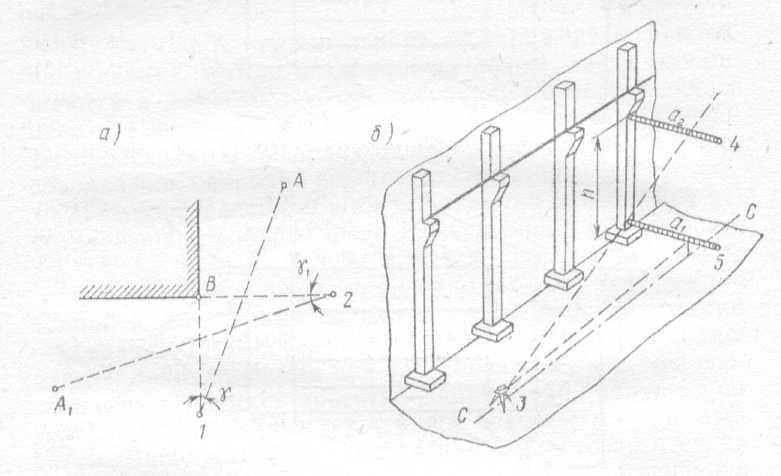


Рисунок 3. Схема определения крена здания:

а - измерением горизонтальных углов; б - методом бокового нивелирования; 1, 2, 3 - места расположения теодолита: А, Аi - удаленные предметы местности; В - марка на верхнем обрезе стены; СС - створ; 4, 5 - положения реек для снятия отсчетов а1 и а2

Измерение сдвигов конструкций и сооружений выполняют с помощью теодолитов. При этом боковое смещение объекта (конструкции) измеряют от прямых линий, фиксируемых вдоль конструкций, а в качестве линий отсчета используют струну, натянутую между двумя точками прямой линии, или оптический луч, проходящий через эти точки. Соответственно способы определения сдвига конструкции или сооружения в целом подразделяют на способ струны, оптического створа, «ломаного базиса», микротриангуляции, метод косвенного измерения.

Для определения положения одновременно нескольких точек здания или сооружения в одной плоскости или в пространстве, выполнения исполнительных съемок и строительных обмеров сооружений, контроля точности строительно-монтажных работ, деформаций большеразмерных конструкций при статических и динамических нагрузках применяют методы инженерной фотограмметрии, в которой различают фотограмметрический и стереограмметрический методы.

Необходимо отметить, что фотограмметрические методы целесообразно применять при невозможности выполнения обмерочных работ более простыми способами.

***Оценка деформаций отдельных конструкций***. К местным деформациям (перемещениям) отдельных конструкций и их частей относят прогибы и углы поворота в различных плоскостях. Необходимо иметь в виду, что такие деформации имеют место всегда, но они не должны превышать предельных значений, установленных нормами по проектированию железобетонных и стальных конструкций. Для прогибов железобетонных конструкций указанные значения приведены в таблице 1, для прогибов стальных изгибаемых элементов и относительных отклонений колонн - в таблице 2 и 3.

Таблица 1. Значения предельно допустимых прогибов железобетонных конструкций

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы конструкций | Предельно допустимые прогибы |
| 1. Подкрановые балки при кранах: |  |
| ручных | l/500 |
| электрических | l/600 |
| 2. Перекрытия с плоским потолком и элементы покрытия (кроме указанных в поз. 4) при пролетах, м: |  |
| l < 6 | l/200 |
| 6 ≤ l ≤ 7,5 | 3 см |
| l > 7,5 | l/250 |
| 3. Перекрытия с ребристым потолком и элементы лестниц при пролетах, м: |  |
| l < 5 | l/200 |
| 5 ≤ l ≤ 10 | 2,5 см |
| l > 10 | l/400 |
| 4. Элементы покрытий сельскохозяйственных зданий производственного назначения при пролетах, м: |  |
| l < 6 | l/150 |
| 6 ≤ l ≤ 10 | 4 см |
| l >10 | l/250 |
| 5. Навесные стеновые панели (при расчете из плоскости) при пролетах, м: |  |
| l < 6 | l/200 |
| 6 ≤ l ≤ 7,5 | 3 см |
| l > 7,5 | l/250 |

Примечание. l - пролет балок или плит; для консолей принимается значение, равное удвоенному вылету консоли.

Прогибы конструкций обычно определяют относительно каких-то базовых точек (например, опорных столиков балки) методами геометрического и гидростатического нивелирования.

При *геометрическом нивелировании* замеры выполняют с помощью нивелира и реек, которые шарнирно подвешивают к точкам обследуемой конструкции или устанавливают вертикально на конструкцию. В результате замеров в различных точках строят графики прогибов.

Таблица 2. Значения предельно допустимых относительных прогибов стальных конструкций

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы конструкций | Относительные прогибы элементом (к пролету) |
| 1. Балки и фермы крановых путей под краны: |  |
| легкого режима работы (включая ручные краны, тельферы и тали) | l/400 |
| среднего режима работы тяжелого и весьма тяжелого режимов работы | l/500 |
| тяжелого и весьма тяжелого режимов работы | l/600 |
| 2. Балки рабочих площадок производственных зданий при наличии рельсовых путей: |  |
| ширококолесных | l/600 |
| узкоколесных | l/400 |
| 3. Балки рабочих площадок производственных зданий при отсутствии рельсовых путей и балки междуэтажных перекрытий: |  |
| главные балки | l/400 |
| прочие балки и косоуры лестниц | l/250 |
| стальной настил | l/150 |
| 4. Балки и фермы покрытий и чердачных перекрытий |  |
| несущее подвесное подъемно-транспортное или технологическое оборудование | l/400 |
| ненесущее подвесное оборудование | l/250 |
| прогоны | l/200 |
| профилированный насытил | l/150 |
| 5. Элементы фахверка: |  |
| ригели | l/300 |
| прогоны остекления | l/200 |

Примечание. Для консолей следует принимать пролет l, равный удвоенному вылету консоли. При наличии оштукатуренной поверхности прогиб балок перекрытий только от кратковременной нагрузки не должен превышать 1/350 длины пролета.

Таблица 3. Значения предельно допустимых относительных отклонений стальных колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направление горизонтального отклонения | Относительное отклонение колонны (к высоте h) | |
| в открытых подкрановых эстакадах | в зданиях и сооружениях с количеством циклов нагружения 2\*108 и более |
| Поперечное: |  |  |
| при плоской расчетной схеме | l/4000 | l/2500 |
| при пространственной расчетной схеме | — | 1/4000 |
| Продольное | l/4000 | l/4000 |

Примечание. h - высота колонны от низа базы до головки рельса подкрановой балки.

*Гидравлический* (гидростатический нивелир) прогибомер, выпускаемый серийно, состоит из базовой и мерной трубок, соединенных между собой резиновым шлангом. Гидростатическое нивелирование основано на принципе сообщающихся сосудов. Разность столбов в базовой и мерной трубках дает превышение одной точки над другой. По сравнению с геометрическим нивелированием гидравлическое дает более высокую точность, проще в использовании, не требует большого свободного пространства, позволяет сопоставить точки в соседних помещениях.

Относительный прогиб конструкции устанавливается по величине смещения штанги относительно горизонтальной планки или по углу наклона планки с помощью механического прогибомера.

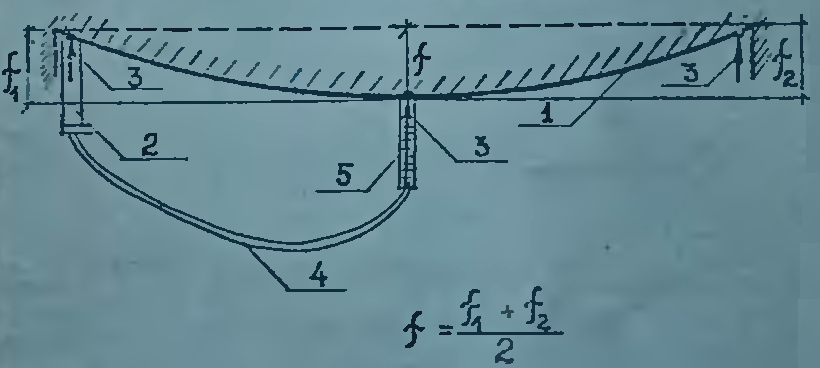


Рисунок 4. Измерение прогибов конструкций гидравлическим прогибомером: 1 – конструкция, прогибы которой измеряются; 2 – базовая стеклянная трубка; 3 – точки измерения; 4 – резиновая трубка; 5 – мерная стеклянная трубка

Вертикальные и горизонтальные относительные смещения сопрягающихся частей сооружений на температурно-осадочных швах измеряют щелемерами различной конструкции. В случаях, когда доступ к швам затруднен, для измерений используют оптические приборы, например теодолит.

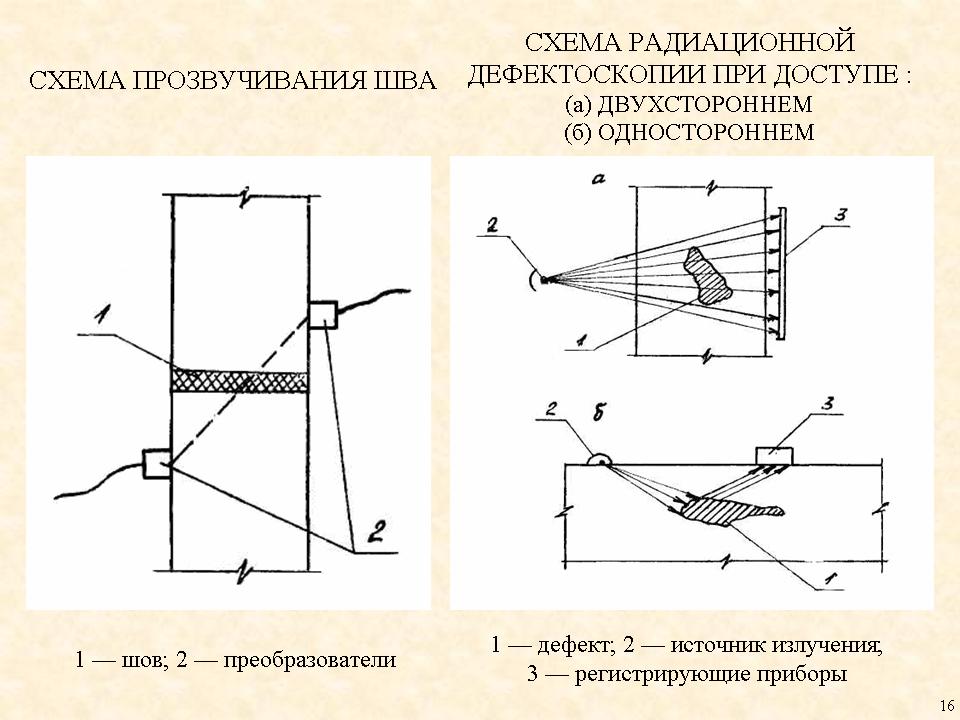
**3.2. Характер трещинообразований в элементах зданий**

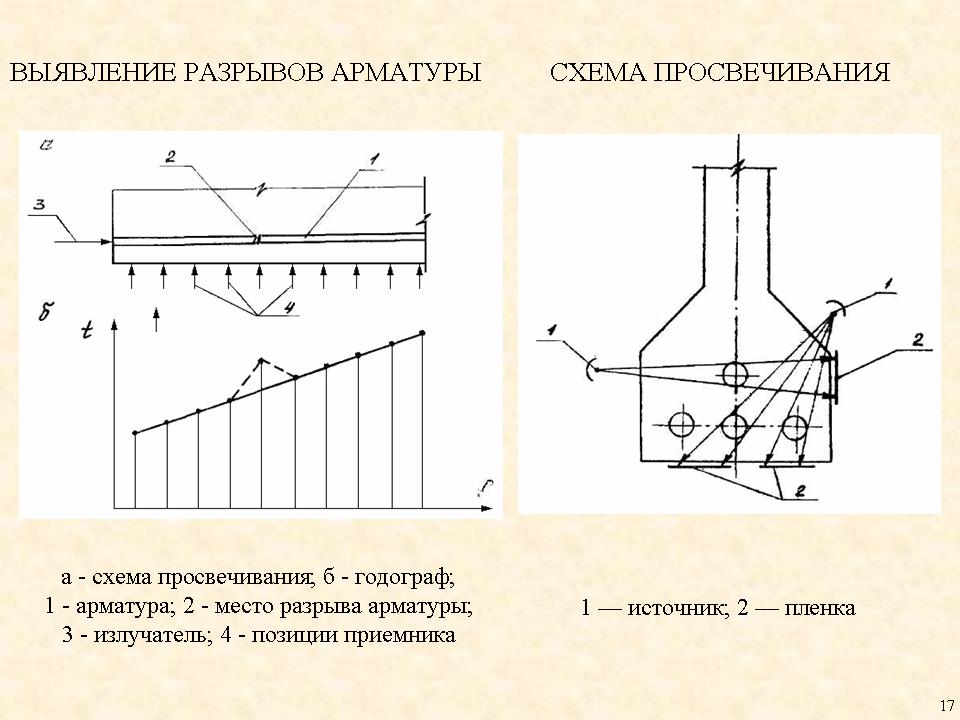
В задачи дефектоскопии строительных материалов и конструкций входит выявление различных дефектов: микро- и макротрещин, пустот, включений инородных тел и др. Кроме того, методами дефектоскопии можно установить без вскрытия бетона расположение арматуры в железобетонных конструкциях, а также сечение металлических конструкций, скрытых в толще стен или перекрытий.

Для поиска дефектов в бетоне и стали применяют *методы ультразвуковой дефектоскопии* (импульсный и непрерывного излучения), при этом используют способность ультразвуковых волн отражаться от границ материалов различной плотности. Различают метод (эхо), основанный на отражении ультразвуковых волн, и метод сквозного прозвучивания (метод теневой дефектоскопии). Сочетание этих методов позволяет определить наличие и месторасположение дефектов с достаточной точностью. Реализация ультразвуковой дефектоскопии осуществляется известными приборами (таблица 4 и рисунки 5 - 7) типа УКБ-1, УК 14ПМ, «ПУЛЬСАР – 1.0» и другими по ГОСТ 17624—87.

Таблица 4. Приборы для определения дефектов в конструкциях эксплуатируемых зданий и сооружений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика методов | Приборы | Разработчик метода |
| *Физические методы* | | |
| 1. Ультразвуковые методы: | | |
| а) основанные на измерении скорости распространения упругих волн (продольных и поперечных ультразвуковых); | Бетон 5, Бетон 8-УРЦ, УКБ-1, УКБ-1М, УК-10п, УФ-10пц, УК-16п, УК-12п | ВНИИжелезобетон |
| б) вызванные импульсным ударом (волны удара) | Приборы типа AM, ПИК-6, МК-1, «Удар-1», «Удар-2» | СоюздорНИИ, ЛКВВИА им. А.Ф. Можайского и ВНИИНК |
| 2. Радиоизотопные методы, основанные на определении плотности по изменению интенсивности гамма-излучения | | |
|  | Бетон 8-УРЦ | ВНИИжелезобетон |
| РПП-1 | ВНИИГИМ |
| РПП-2 | ВНИИжелезобетон |
| ИПР-Ц, РПБС | Оргэнергострой |



Рисунки 5-7. Дефектоскопия

*Ширину раскрытия трещин* в строительных конструкциях обычно определяют с помощью микроскопов МПБ-2 (рисунок 8) с ценой деления 0,02 мм, пределом измерения 6,5 мм и прибора МИР-2 с пределами измерения от 0,015 до 0,6 мм. Динамику развития трещин во времени устанавливают с помощью маяков различного типа. Например, для наблюдения за трещинами в кирпичной кладке на них устанавливают гипсовые, стеклянные или металлические маяки (рисунок 9). Гипсовые и стеклянные маяки устанавливают на стене, предварительно очищенной от штукатурки, на алебастровом или цементном растворе. Металлические маяки обычно изготавливают из кровельной стали и крепят к стене гвоздями или клеем и окрашивают краской. На маяках ставят номер и дату. Данные заносят в специальный журнал.



Рисунок 8. Приборы для измерения ширины раскрытия трещин

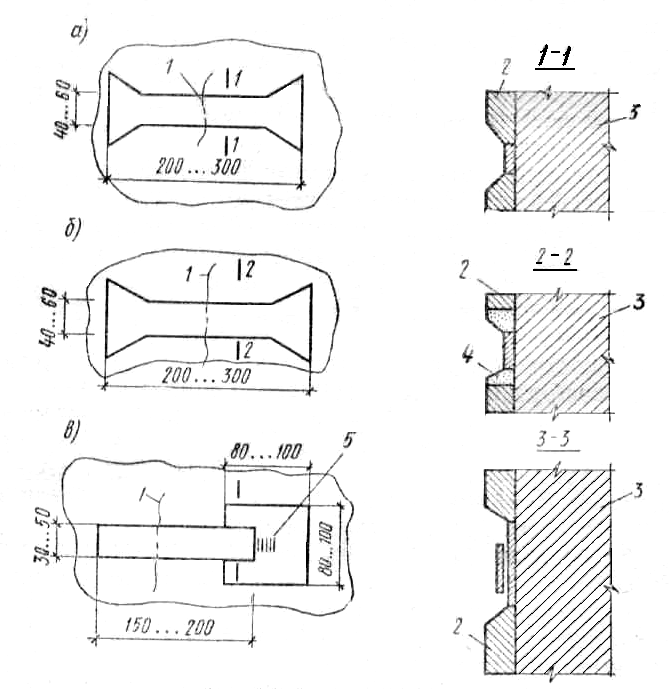


Рисунок 9. Виды маяков:

а - гипсовый; б - стеклянный; в - металлический; 1 - трещина; 2 - оштукатуренная поверхность; 3 - стена; 4 - алебастровый раствор; 5 - риски через 2...3 мм

*Глубину трещин* устанавливают, применяя иглы и проволочные щупы в сочетании с приведенными выше ультразвуковыми методами.

Оценка поверхностного состояния строительных конструкций в труднодоступных местах на расстоянии до 7,5 м осуществляется с помощью оптического прибора РВП-451.

Наличие металла в перекрытиях, стенах и других конструкциях можно определить, пользуясь металлоискателем МИ-1, выпускаемым заводом АКХ им. К. Д. Панфилова.

Для определения диаметра арматуры и толщины защитного слоя бетона железобетонных конструкций и сечения металлических элементов конструкций, скрытых в перекрытиях, стенах и т. п., применяют приборы типа ВИМ, ИЗС, ТЗС, ИСМ, «ПОИСК – 1.0» (рисунок 10) и др. Принцип их действия основан на измерении магнитной проницаемости материалов по ГОСТ 22904—78 или на радиационных методах по ГОСТ 17625—83.



Рисунок 10. Приборы для определения расположения арматуры, ее диаметра и толщины защитного слоя бетона железобетонных конструкций

С этой же целью используют методы просвечивания и ионизирующих излучений — радиоизотопные методы по ГОСТ 17623—87 (см. СЛАЙД 6).

Для измерения механических напряжений в металле, возникших в результате сварки, и обнаружения трещин (ГОСТ 14782—86) может быть использован прибор ИНТ-М2 в комплекте с выносимыми датчиками ВД-1 и ВД-2.

**3.3. Определение прочности материалов конструкций неразрушающими методами**

Неразрушающие методы являются наиболее приемлемыми для определения прочностных, деформативных и других физико-механических характеристик строительных материалов в условиях, когда эти свойства устанавливаются для конструкций возведенных и эксплуатирующихся зданий и сооружений. Места отбора образцов (проб) для лабораторных испытаний и места для проведения испытаний неразрушающими методами следует устанавливать на характерных участках конструкций с учетом действующих нагрузок и воздействий, напряженно-деформированного состояния обследуемых элементов, конструктивных решений. Эти места могут быть определены также по группам однотипных конструктивных элементов с целью получения совокупности данных для статистической обработки.

Неразрушающие методы применяют для установления прочности бетона на сжатие (имеется в виду кубиковая прочность бетона R), которая определяется как функция R = *f*(xi) какой-нибудь механической или физической характеристики бетона, полученной опытным путем. Различают *механические методы*, когда по результатам измерения приборами механических характеристик бетона x*i* по таблицам и графикам определяют значение R, и *физические методы*, пользуясь которыми кубиковая прочность находится как функция физических характеристик, полученных также опытным путем.

Градуировочные таблицы и графики для конкретных конструкций уточняются по результатам испытаний бетонных образцов (кубов со стороной 7,07 см), вырезанных из тела конструкций (не менее трех образцов), или испытаний методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 21293—75, описанным ниже.

В процессе обследований при установлении данных о прочности бетона в одной конструкции или среди разных конструкций рекомендуется выделить участки, с общими прочностными характеристиками бетона исходя из того, что коэффициент вариаций прочности бетона для каждой совокупности должен быть VR ≥ 0,135, а прочность бетона находиться в пределах R = (0,7 ... 1,3)  , где  - среднее значение прочности. Отдельные места конструкций или отдельные конструкции, имеющие значительные дефекты, в указанную выборку не включаются. Основные методы испытания, используемые для определения прочности бетона непосредственно в конструкциях эксплуатирующихся зданий и сооружений, приведены ранее.

Из ***механических методов*** одним из наиболее распространенных является *метод пластической деформации*, основанный на взаимосвязи между R и размерами отпечатков на бетонной поверхности, которые получают путем вдавливания штампа при статической или динамической нагрузке. Отпечаток на бетонной поверхности (его геометрические размеры) характеризует пластическую (или упругопластическую) деформацию бетона при статической нагрузке под действием прессов, при динамической - под действием удара.

Метод испытания на *отрыв со скалыванием* основан на определении R по усилию Р, требуемому для отрыва и скалывания куска бетона из тела конструкции, для чего в бетоне в высверленные отверстия устанавливают с зачеканкой цементным раствором анкерные устройства, которые затем вырывают специальными приборами. Возможно, установить R по прочности бетона на отрыв, когда с помощью аналогичных приборов производят *отрыв стального диска*, приклеенного к поверхности бетонного элемента эпоксидным клеем. Прочность бетона можно определить и на основании измерения *усилия скалывания части бетона в ребре конструкции*. Кроме того, для испытания прочности ячеистых бетонов используют метод, заключающийся в выдергиваний винтовых стержней, предварительно вкрученных в тело бетона.

Методом, основанным на измерении *отскока подпружиненных молотков* (склерометров) от бетонной поверхности, характеризуют прочность бетона по величине отскока при ударе о бетон.

Из ***физических методов*** определения прочности бетона в конструкции получили распространение импульсные и радиоизотопные.

Из *импульсных методов* широко применяют ультразвуковые, основанные на измерении времени распространения ультразвука в бетоне и базы прозвучивания, по которым рассчитывают скорость ультразвуковой волны и как ее функцию определяют прочность бетона R.

*Метод волны удара* основан на измерении скорости распространения в бетоне продольных волн *v*уд, вызванных механическим ударом ручным или электрическим молотком. Далее по зависимости R - *v*уд устанавливают прочность бетона.

*Радиоизотопный метод* позволяет определить плотность бетона *ρ*v и по заранее установленным зависимостям R — ρv выявить прочность ячеистых бетонов. Он основан на использовании γ-лучей, источником которых являются радиоактивные изотопы.

Часто при обследовании бетонных и железобетонных конструкций определение прочности бетона неразрушающими методами приходится производить при отсутствии зависимости «косвенная характеристика — прочность» для обследуемого бетона конкретной конструкции. Для уменьшения ошибки при определении R рекомендуется проводить *комплексные испытания бетона*, включающие определение прочности бетона разрушающими методами в образцах, полученных из тела обследуемой конструкции путем выпиливания образцов правильной формы (кубов цилиндров) по ГОСТ 10180—78 и кернов или образцов неправильной формы, методами штампа или раскалывания и параллельно установление прочности бетона несколькими неразрушающими методами.

По полученным результатам находят наиболее достоверное значение величины R. При этом желательно сочетать как механические, так и физические методы определения прочности бетона.

Для установления *деформативных характеристик бетона* в эксплуатируемой конструкции может быть использован метод испытания бетона путем скалывании. Специальное устройство, принцип работы которого близок к работе прибора ГПНС-4, позволяет получить значение абсолютной деформации бетона при ступенчатой нагрузке, приложенной к вырываемому из бетона анкеру. По этим данным строят зависимости «деформация - напряжение» или «деформация - относительное напряжение» и вычисляют модуль деформации бетона.

Общие рекомендации по выбору методов испытаний в зависимости от области применения приведены в таблице 5, а по выбору типа прибора в зависимости от прочности бетона в таблице 6.

Таблица 5. Рекомендации по выбору методов испытаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методы | Приборы и способы выполнение | Область применения |
| Методы испытания прочности в образцах, бетон которых уплотнен совместно с конструкцией | Бурение с последующим испытанием кернов.  Распиловка изделий на кубы | Для выборочного контроля прочности в изделиях, технология изготовления которых значительно отличается от технологии приготовления кубов, с целью установления переводных коэффициентов от Rсж изделия к Rсж в кубах. Для проведения предварительных испытаний с целью получения тарировочных зависимостей, используемых для контроля прочности бетона (неизвестных составов) другими методами |
| Метод пластической деформации растворной составляющей | Приборы ДПГ-4, ДПГ-5, ПМ, ХПС, эталонный молоток Н. П. Кашкарова и др. | Для испытания прочности бетона в изделиях и конструкциях толщиной 40...60 см. Приборы ДПГ-4 и ДПГ-5 более удобны при испытаниях на горизонтальных плоскостях, но для испытания нижних горизонтальных плоскостей непригодны |
| Метод пластической деформации бетона | Приборы типа «Штамп НИИЖБ» | Сфера применения та же. Толщина изделий (в зависимости от типа прибора.) до 30 см. Прибор менее удобен в работе, но обеспечивает большую точность испытаний |
| Методы, основанные на отделении бетона от бетона | Отрыв со скалыванием, приборы ГПНВ-5, ГПНС-4 | Для определения прочности бетона в конструкциях толщиной не менее 15 см. Метод позволяет учитывать влияние прочности крупного заполнителя и степени его сцепления с раствором на Rсж бетона. Метод пригоден для испытания бетона высоких марок |
| Отрыв, прибор ГПНВ-5 | Сфера применения та же, что и для отрыва со скалыванием, а также для испытания тонкостенных конструкций |
| Скалывание ребра конструкций, приборыУРС и ГПНВ-5 | Для испытания конструкций толщиной не менее 4 см с шириной испытываемого ребра и его длиной соответственно не менее 18 и 20 см |
| Метод упругого отскока | Прибор КМ, склерометры Шмидта | Для испытания прочности бетона в изделиях и конструкциях толщиной не менее 100 мм. Для определения изменения прочности бетона во времени |
| Методы | Приборы и способы выполнение | Область применения |
|  | Прибор Царицына-Корниловича-Осадчука | То же, но только для вертикальных поверхностей |
| Резонансный метод | ИЧМК-2, ИЧЗ-5, ИЧЗ-б | Для лабораторных исследований и испытаний образцов бетона |
|  | Вибростенд | Для испытания сборных изделий и конструкций типа прямолинейного бруса (в опытном порядке) |
| Импульсный ультразвуковой метод | Ультразвуковые приборы УКБ-1, УКБ-1М, «Бетон-8», УРЦ, УК-16П, УК-10П, УФ-90ПЦ | Для контроля прочности и однородности бетона в конструкциях при известных заполнителях |
| Радиоизотопный метод | 8УРЦ, РПП-1, РПП-2, ИПР-Ц | Для испытания ячеистых бетонов и бетонов на пористых заполнителях |

Таблица 6. Рекомендации по выбору типа прибора

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методы испытания | Приборы | Пределы прочности бетона, МПа |
| Метод пластической деформации: |  |  |
| раствора | Эталонный молоток, приборы ДПГ-4, ХПС, ПМ | 5...50 |
| бетона | ДПГ-5 | 20...55 |
| МИИЖБ | 10...55 |
| Метод упругого отскока | КМ | 10...40 |
| Склерометр Шмидта | 5...50 |
| Метод отрыва со скалыванием | ГПНВ-5 со стержнями | 10...80 |
| ГПНС-5 с разжимным конусом | 10...50 |
| ГПНС-4 | 10...50 |
| Метод отрыва | ГПНВ-5 с дисками | 5...50 (для легких бетонов 5...30) |
| Метод скалывания ребра конструкции | УРС | 10...70 |
| Ультразвуковой импульсный метод | УКБ-1, УКБ-1М, «Бетон-транзистор», УК-ЮП, УФ-90ПЩ | 10...50 (для легких бетонов 7,5...50) |

Следует отметить, что из всех рассмотренных физико-механических способов определения прочности бетона в конструкциях наиболее достоверные данные получают при испытаниях на отрыв и скалывание. Поэтому этот метод желательно применять параллельно с другими для контроля и уточнения результатов испытаний.

*Прочностные характеристики кирпича* всех видов, бетонных и природных камней, а также кладки из них устанавливают с помощью испытания образцов, отобранных непосредственно из кладки на стандартном лабораторном оборудовании в соответствии с ГОСТ 8462—85 и СН 290—74 и ультразвуковым методом по ГОСТ 24332— 80.

*Физико-механические характеристики металлических конструкций* и арматуры железобетонных конструкций устанавливают стандартными испытаниями проб (образцов), вырезанных из эксплуатируемых элементов.

*Марка металла и его качество* проверяются путем статического растяжения образцов (определяется временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение); испытания образцов на ударную вязкость при температурах +20 и —20 °С; химического анализа стали (устанавливается содержание углерода, кремния, марганца, серы и фосфора и др.); выявления распространения сернистых включений способом отпечатков по Бауману.

Из металлических конструкций образцы для механических испытаний вырезают в соответствии с ГОСТ 7564—73\*: из листовой стали - поперек направления прокатывания, из фасонной стали — вдоль. Темплеты для выявления распространения сернистых включений способом отпечатков по Бауману вырезают из листовой и широкополосной стали — вдоль направления прокатки, а из сортового или фасонного проката — поперек по ГОСТ 5639—82\*.

Пробы для определения *химического состава* отбирают в соответствии с ГОСТ 7565—81 в виде металлической стружки в количестве не менее 50 г с одного элемента. Стружку допускается отбирать путем высверливания ручной дрелью. Ударная вязкость стали при нормальной и пониженной температуре устанавливается на плоских образцах с V-образным надрезом.

Для испытания отбирают пробы от партии элементов, т. е. однотипных видов проката, одинаковых по номерам, толщинам, маркам стали и входящим в состав однотипных конструкций одной поставки или одного периода изготовления.

При выборе количества образцов для испытаний можно воспользоваться данными, приведенными в таблице 7.

Таблица 7. Рекомендации по выбору количества образцов для определения физико-механических характеристик стали

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид испытаний | Количество элементов от партии | Количество проб (образцов) | |
| от элемента | всего от партии |
| Испытание на растяжение  Химический анализ  Ударная вязкость при:  + 20°С  - 20 °С  Отпечатки по Бауману | 2  3  2  2  2 | 1  1  3  3  1 | 2  3  6  6  2 |

В железобетонных конструкциях образцы арматуры для механических испытаний отбирают (вырезают) из стержней эксплуатируемых элементов минимум по два образца из одноименных стержней.

В целом отбор должен производиться на участках наименьших силовых воздействий с обязательным обеспечением прочности и устойчивости ослабленных элементов.

*Прочность древесины* деревянных конструкций неразрушающими методами можно установить огнестрельным способом, основанным на существовании зависимости между глубиной проникновения пули, плотностью и пределом прочности на сжатие, и используя ультразвуковые приборы, описанные выше, при известной связи между скоростью распространения ультразвука в древесине и ее упругой характеристикой (динамическим модулем упругости), по которой определяют предел прочности, а также прибором Певцова по отпечатку при падении шарика диаметром 25 мм с высоты 50 см и градуировочной зависимости.

**3.4. Коррозионное и температурное поражение элементов зданий и сооружений**

Воздействие агрессивной среды на железобетонные конструкции может вызвать коррозию бетона, арматуры и закладных деталей и привести к снижению несущей способности конструкции в целом. В связи с этим при обследовании необходимо определить участки коррозионного повреждения бетона, арматуры и закладных деталей, *характер, вид, степень и глубину коррозионных повреждений* физико-химическим анализом проб бетона и арматурной стали.

При этом определяют: *глубину нейтрализующего слоя бетона* путем анализа реакции спиртового раствора фенолфталеина на свежеобработанный скол бетона защитного слоя; *ожидаемую глубину карбонизации* и нейтрализации бетона агрессивными газами; *вид и относительное количество продуктов коррозии* (гипса, карбоната кальция, гидросульфоалюмината кальция и др.), исследуя интенсивность соответствующих термических эффектов и дифракционных отражений методами дифференциального термического и фазового рентгеновского анализа состава вяжущей составляющей цементного камня с помощью пирометров, дифрактометров в комплекте с гониометрами различного типа; *количественную и качественную структуру цементного камня* путем оптико-микроскопических исследований микроскопами МБК-6, МИН-8 по ГОСТ 22023—76; *величину капиллярного водопоглощения* по ГОСТ 12730.0—78; *концентрацию водородных ионов* в водной вытяжке из цементного камня с помощью рН-титра.

В процессе обследований необходимо установить *степень и вид поражения металла коррозией:* общая (равномерная) или местная (язвенная). Степень поражения материалов равномерной коррозией определяется сравнением поперечных сечений пораженных участков с проектными. При местной коррозии устанавливают размеры язв и их количество на единицу площади (рисунок 11).

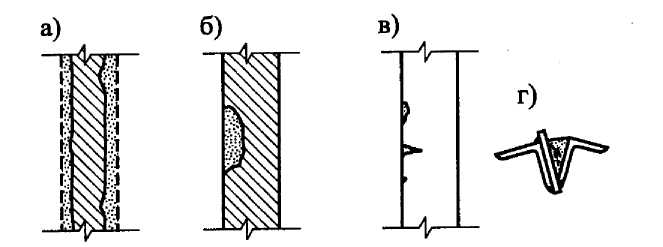


Рисунок 11. Виды коррозии стальных элементов: а - поверхностная; б, в - язвенная; г - щелевая

*Коррозия арматуры* чаще всего обнаруживается визуально по появлению продольных трещин и ржавых пятен на поверхности защитного слоя бетона (рисунок 12), а также электрическим методом в соответствии с положениями «Методических рекомендаций по исследованию ингибиторов коррозии арматуры в бетоне» (НИИЖБ Госстроя СССР. М., 1980).

Проведение и анализ результатов физико-химических и электрохимических исследований осуществляется специализированными организациями.

Одним из часто встречающихся дефектов, возникающих при неправильной эксплуатации промышленных зданий, является *промасливание бетонных конструкций*. Исследования показывают, что плотно уложенный и высокопрочный бетон практически не подвергается промасливанию. Бетон недостаточной плотности с трещинами и раковинами может быть пропитан различными техническими маслами на значительную глубину. Прочность такого бетона может снижаться в 2 раза.

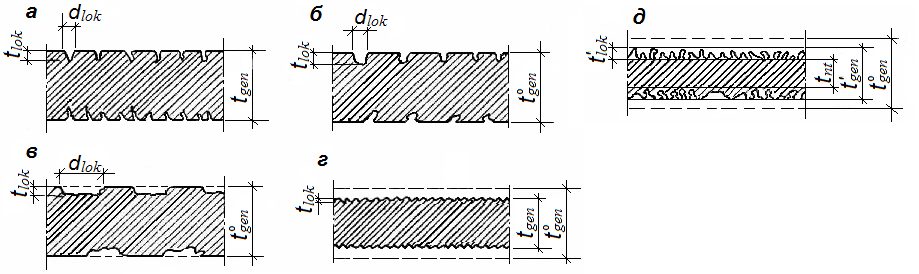


Рисунок 12. Виды коррозии арматуры железобетонных конструкций: а - местная точечная (питтинговая); б - местная язвенная; в - местная пятнами; г - сплошная равномерная; д - сплошная неравномерная

При обследовании железобетонных конструкций особое внимание необходимо уделить элементам, подвергающимся специфическим воздействиям высоких и низких температур.

Стойкость бетона к *воздействию повышенных и высоких температур* устанавливают путем проведения испытания по выявлению остаточной прочности образцов на сжатие, огневой усадки и термической стойкости по СН 156 - 67, а деформации под нагрузкой по ГОСТ 23283 - 78.

При кратковременном температурном воздействии, характерном во время пожара, тяжелый бетон при температурах 60 и 90 °С снижает призменную прочность на 35 и 21 % При температурах 200...400° призменная прочность увеличивается на 5... 10 %, а при нагревании бетона выше 400 °С уменьшается, снижаясь при 600 °С на 35 % и при 700 °С на 52 %. Изменяются и деформативные свойства бетона. Так, при нагреве до 100 °С модуль упругости уменьшается на 30 %, при 500 °С — на 57%, а при 700°С — на 82 %. Существенные изменения физико-механических свойств под влиянием высокой температуры происходят и у стальной арматуры.

Воздействие высокой температуры на железобетонные конструкции приводит к резкому снижению сцепления арматуры с бетоном. При нагреве до 100 °С сцепление гладкой арматуры с бетоном уменьшается на 25%, а при 450°С — сцепление нарушается полностью. Нагрев до 200 °С железобетонных конструкций с горячекатаной арматурой периодического профиля практически не снижает сцепления, но при более высоких температурах происходит снижение величины сцепления, которое достигает 25 % при 450 °С.

Строительные конструкции часто эксплуатируются в режимах попеременного замораживания и оттаивания, что может существенно сказаться на прочности материалов. *Морозостойкость бетона* определяется на образцах, вырезанных из конструкции по ГОСТ 10060—87, и другими лабораторными методами в специальных климатических камерах.

***Натурные испытания.*** При обследовании эксплуатирующихся зданий и сооружений несущую способность строительных конструкций, как правило, устанавливают на основе данных о прочности материалов, реальных расчетных схем, нагрузках и геометрических размерах. Однако в ряде случаев может возникнуть необходимость в непосредственных испытаниях существующих конструкций, их фрагментов или узлов. Конструкции испытывают как в проектном положении, так и после демонтажа.

В первом случае, как правило, конструкции не доводят до разрушения, а испытывают контрольными расчетными нагрузками, фиксируя прогибы, углы поворота, трещинообразование, и, основываясь на этих данных, определяют несущую способность. При этом необходимо обратить внимание на возможность совместной работы сопряженных между собой конструкций, особенности граничных условий и другие факторы, оказывающие существенное влияние на работу элементов под нагрузкой.

Испытание конструкций после их демонтажа осуществляется относительно редко. Такая возможность возникает в основном уже в процессе реконструкции, при разборке части здания. В этом случае испытания проводят на стендах в специальных испытательных лабораториях или в полевых условиях.

Методика испытаний при статическом и динамическом нагружении конструкций, оборудование и приборы приведены в курсе испытаний конструкций и сооружений.

***Повреждения строительных конструкций*** сооружений бывают вызваны производственными и техническими причинами.

К производственным причинам относятся: недостатки проекта, низкое качество изготовления, нарушение условий эксплуатации, к техническим причинам - силовые воздействия и воздействия внешней среды, неблагоприятное стечение обстоятельств.

Дефекты и повреждения, вызванные производственными причинами, возникают, как правило, вследствие нарушений существующих норм проектирования, строительства и эксплуатации, а также отступлений от проекта при его строительстве.

Повреждения от силовых воздействий вызваны либо недостаточной несущей способностью вследствие недостатков проекта или дефектным исполнением, либо перегрузкой конструкций при эксплуатации.

Повреждения от воздействия внешней среды связаны с агрессивностью внешней среды, увлажнением конструкций, механическими повреждениями при эксплуатации.

Наиболее часто встречаются при эксплуатации сооружений следующие повреждения: коррозия стальных и железобетонных конструкций, загнивание деревянных конструкций, увлажнение конструкций и связанное с ним размораживание бетона и каменной кладки, промасливание бетона, усталостные разрушения стальных конструкций, изменение грунтовых условий оснований фундаментов, образование трещин в железобетонных и каменных конструкциях, повышенные деформации конструкций - прогибы, погибы, потеря устойчивости, колебания, повреждения от огня при пожарах.

Рассмотрим подробнее эти повреждения и причины их образования.

*Коррозия стальных конструкций*

Коррозия характеризуется образованием ржавчины, возникающей в результате химических реакций между металлом и окружающей средой. Толщина продуктов коррозии составляет около 1/3 толщины прокорродированного металла с каждой стороны элемента.

Для стальных конструкций наиболее часто встречается атмосферная коррозия.

Коррозия в зависимости от степени агрессивности внешней среды протекает в большом диапазоне скоростей от 0,05 до 1,6 мм в год.

В зависимости от скорости коррозии незащищенных стальных конструкций различают три группы агрессивных сред:

* слабая, характерная для жилых зон городов с коррозией до 0,1 мм в год;
* средняя, характерная для промышленных зон - от 0,1 до 0,5 мм в год;
* сильная, характерная для промышленных зон с агрессивной средой и вблизи морских берегов с коррозией более 0,5 мм в год.

Скорости коррозии 0,05-0,07 мм в год не очень опасны, так как толщины элементов конструкций к концу срока их службы уменьшаются немного - на 2-2,5 мм.

Скорость коррозии зависит от условий среды, влажности, температуры и антикоррозионной защиты. С увеличением влажности и температуры скорость коррозии возрастает.

Различают три вида коррозии (рисунок 11): поверхностная, сквозная и щелевая.

При поверхностной коррозии ржавчина располагается только на поверхности металла. Это менее опасная коррозия, так как ее легко можно определить по цвету поверхности.

При сквозной коррозии - образуется местное ограниченное, но прогрессирующее разрушение в виде отверстия. Оно опасно, так как, во-первых, несмотря на небольшой диаметр, значительно уменьшает рабочее сечение элемента и вызывает концентрацию напряжений, во-вторых, его трудно обнаружить.

Щелевая коррозия образуется в местах примыкания стальных элементов и приводит к разрушению сварных швов и заклепок, соединяющих эти элементы.

На центральной отопительной котельной ГРЭС в г. Самаре после 6 лет эксплуатации произошла авария стального резервуара для горячей воды вместимостью 2000 м3. Резервуар был цилиндрической формы диаметром 15,2 м, высотой 11,8 м, сооружен по типовому проекту. Снаружи резервуар утеплен минераловатным утеплителем, закрытым облицовкой из алюминиевых листов.

В результате аварии резервуар разорвался по всей высоте стенки и оторвался почти на всем протяжении от днища и кровли. Первоначальное разрушение началось с образования вертикальной трещины, расположенной в трех метрах от низа стенки. Мощной волной горячей воды с температурой 90°С, образовавшейся при разрушении резервуара, повреждено оборудование и другой резервуар котельной.

Причиной аварии явились сильные коррозионные повреждения внутренней поверхности стен. Глубина коррозии стен составляла 2-3 мм. В нескольких местах на корпусе имелись сквозные проржавления, которые и явились, вероятно, началом зарождения трещины разрушения. Интенсивной коррозии способствовала высокая агрессивность к стали горячей воды и неудачная антикоррозионная защита.

**3.5. Обследование оснований и фундаментов зданий**

***Классификация дефектов и повреждений конструктивных элементов здания для оценки их тех. состоянмя.*** Обследуемые строительные конструкции зданий и сооружений могут иметь разнообразные по виду, характеру, степени влияния на несущую способность и эксплуатационную пригодность дефекты и повреждения. Для оценки этих факторов целесообразно классифицировать обследуемые конструкции путем систематизации их по выяв-ленным характерным признакам деформаций и дефектов и сведения этих данных в «ведомости дефектов».

Систематизируя детальные признаки повреждений строительных элементов и другие отклонения от норм, устанавливают *категорию технического состояния конструкций* и определяют первоочередные мероприятия по их усилению.

При этом для железобетонных и каменных конструкций можно ориентироваться на данные таблиц 8 и 9, суммирующие результаты предварительных и детальных обследований по отдельным признакам.

Таблица 8. Категории состояния железобетонных конструкций и их детальные признаки

|  |  |
| --- | --- |
| Категория состояния конструкций | Детальные признаки |
| I. Исправное – выполняются требования действующих норм и проектной документации. Необходимости в ремонтно-восстановительных работах на момент обследования нет | На поверхности бетона незащищенных конструкций видимых дефектов и повреждений нет или имеются отдельные раковины, выбоины, волосные трещины. Антикоррозионная защита закладных деталей не нарушена, поверхность арматуры при вскрытии чистая. Глубина нейтрализации бетона не превышает половины толщины защитного слоя.  Ориентировочная прочность бетона не ниже проектной. Антикоррозионная защита конструкций не имеет нарушений |
| II. Работоспособное - с учетом фактических свойств материалов удовлетворяются требования действующих норм, относящихся к предельным состояниям I группы; требования норм II группы могут быть нарушены, но обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Защитные свойства бетона по отношению к арматуре на отдельных участках исчерпаны; требуется их восстановление, устройство или восстановление антикоррозионной защиты | Антикоррозионная защита железобетонных элементов имеет частичные повреждения, на отдельных участках мокрые или масляные пятна, высолы. На отдельных участках в местах с малой величиной защитного слоя проступают следы коррозии распределительной арматуры или хомутов, коррозия рабочей арматуры отдельными точками и пятнами, язв и пластинок ржавчины нет. Антикоррозионная защита закладных деталей не нарушена. Глубина нейтрализации бетона, не превышает толщины защитного слоя. Изменен цвет бетона вследствие пересушивания, местами отслоение бетона при простукивании. Шелушение граней и ребер конструкций, подвергшихся замораживанию.  Ориентировочная прочность бетона ниже проектной не более чем на 10% |
| III. Ограниченно работоспособное — нарушены требования действующих норм, но отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности работающих. Требуется усиление и восстановление эксплуатационных свойств | Пластинчатая ржавчина или язвы на стержнях оголенной рабочей арматуры в зоне продольных трещин или на закладных деталях, вызывающие уменьшение площади сечения стержней до 15%. Трещины в растянутой зоне бетона, превышающие их допустимое раскрытие. Бетон в растянутой зоне на глубине защитного слоя между стержнями арматуры легко крошится.  Снижение ориентировочной прочности бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов до 30 и в остальных случаях — до 20%.  Провисание отдельных стержней распределительной арматуры, выпучивание хомутов, разрыв отдельных из них, за исключением хомутов сжатых элементов ферм, вследствие коррозии стали (при отсутствии в этой зоне трещин). Уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов при коэффициенте запаса Ks >1,6 (см. прим. п. 1). Высокая водо- и воздухопроницаемость стыков стеновых панелей |
| IV. Недопустимое — существуют повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания людей в районе обследуемых конструкций. Требуются немедленные страховочные мероприятия: ограничение нагрузок (недопущение складирования материалов, деталей и т. п., ограничение грузоподъемности кранов и их сближения); устройство предохранительных сеток и т. п. | Дефекты в средних пролетах многопролетных балок и плит: разрыв хомутов в зоне наклонной трещины; слоистая ржавчина или язвы, вызывающие уменьшение площади сечения арматуры более 15%; выпучивание арматуры в сжатой зоне; раздробление бетона, выкрошивание крупного заполнителя в сжатой зоне. Уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов при 1,3< Ks <1 ≤ 1,6 (см прим., п. 1) |
| V. Аварийное — существуют повреждения, свидетельствующие о возможности обрушения конструкции. Требуется немедленная разгрузка конструкции и устройство временных креплений (стоек, подпорок, накладок и др.) | Трещины, в том числе пересекающие опорную зону анкеровки растянутой арматуры; «хлопающие» трещины в конструкциях, испытывающих знакопеременные воздействия (вызывающие сминание бетона и др.); отходы анкеров от пластин закладных деталей из-за коррозии стали в сварных швах или других причин; деформация закладных и соединительных элементов; расстройство стыков сборных элементов, с взаимным смещением последних; смещение опор; значительные (более 1/50 пролета) прогибы изгибаемых элементов при наличии трещин в растянутой зоне с раскрытием более 0,5 мм; разрыв хомутов сжатых элементов ферм; разрыв хомутов в зоне наклонной трещины; разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне, выпучивание арматуры в сжатой зоне; раздробление бетона и выкрашивание заполнителя в сжатой зоне. Уменьшенная против требований и проекта площадь опирания сборных элементов при Rs ≤1,3 (см. прим., п. 1) |

Примечания: 1. При уменьшенной против требований норм и проекта площади опирания сборных элементов необходимо провести ориентировочный расчет опорного элемента на срез и смятие бетона. В расчете учитываются фактические нагрузки и прочность бетона, определенная в соответствии с рекомендациями разд. 3.4. 2. Преднапряженные железобетонные конструкции с высокопрочной арматурой, имеющие признаки IIкатегории состояния, относятся к III категории, а имеющие признаки III категории — соответственно к IV или V категории в зависимости от опасности обрушения. 3. Для отнесения конструкции к перечисленным в таблице категориям состояния достаточно наличия хотя бы одного признака, характеризующего эту категорию.

Таблица 9. Предварительная оценка технического состояния эксплуатируемых каменных конструкций

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория технического состояния конструкций | Качественная оценка технического состояния | Характерные признаки |
| I | Конструкции отвечают предъявленным к ним эксплуатационным требованиям. Ремонтных работ не требуется. Состояние конструкции удовлетворительное | Конструкции не имеют видимых деформаций и дефектов. Наиболее напряженные элементы кладки не имеют вертикальных трещин и выгибов, свидетельствующих о перенапряжении и потере устойчивости конструкций.  Снижения прочности камня и раствора по предварительной оценке не наблюдается. Кладка не увлажнена.  Горизонтальная гидроизоляция не имеет повреждений. |
| II | Конструкции не в полной мере отвечают предъявленным к ним эксплуатационным требованиям.  Требуются работы по ремонту кладки. Состояние конструкций неудовлетворительное | В наиболее напряженных конструкциях и зонах кладки (столбах, простенках, пилястрах) наблюдаются вертикальные трещины в отдельных камнях. Имеет место снижение прочности камня и раствора до 30% по предварительной оценке или применение низкомарочных материалов.  В отдельных местах наблюдается увлажнение каменной кладки вследствие нарушения горизонтальной гидроизоляции, карнизных свесов, водосточных труб. В отдельных местах наблюдается размораживание и выветривание кладки, происходит разрушение поверхности кладки на глубину 1/10 толщины стены, отмечаются высолы на поверхности кладки.  Имеют место дефекты, связанные с неравномерной осадкой здания. Наблюдаются признаки расслоения кладки по вертикали вследствие высокой температуры и влажности в помещении |
| III | В конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о значительном снижении их несущей способности, но не влекущие за собой обрушения.  Требуется проведение страховочных мероприятий или разгрузка конструкций. Необходимы работы по усилению и ремонту кладки.  Состояние конструкций технически неисправное | В наиболее напряженных конструкциях и зонах кладки наблюдаются вертикальные трещины, пересекающие 2—3 камня высоте.  Наблюдаются признаки потери устойчивостити сжатых и сжато-изогнутых элементов (выгибы составляют 1/100 высоты конструкции).  В кирпичных сводах и арках образую характерные трещины, свидетельствующие о их перенапряжении. Происходит интенсивная коррозия металлических затяжек, в отдельных местах нарушена их анкеровка.  Происходит расслоение кладки по вертикали в наружных стенах и выпучивание вследствие высокой температуры и влажности в помещении.  В конструкции имеет место снижение прочности камней и раствора на 30—50% или применение низкомарочных материалов.  В кладке наблюдаются зоны длительного замачивания.  Имеются зоны промораживания и выветривания кладки и ее разрушение на глубину 1/5 толщины стены и более. Визуально наблюдаются трещины в кладке в местах прохода дымовых и вентиляционных каналов.  Ширина раскрытия трещин в кладке от неравномерной осадки здания достигает 20— 30 мм, отклонение от вертикали — 1/100 высоты конструкции.  Наблюдаются трещины в кладке, в местах опирания ферм, балок, перемычек |
| IV | В конструкциях наблюдаются деформации и дефекты, свидетельствующие о потере ими несущей способности. Состояние конструкций аварийное.  Возникает угроза обрушения. Необходимо запрещение эксплуатации аварийных конструкций, прекращение технологического процесса и немедленное удаление людей из опасных зон. Необходимо усиление конструкций и проведение ремонтных работ При невозможности или нецелесообразности усиления следует произвести разборку конструкций | В наиболее напряженных конструкциях и зонах кирпичной кладки (столбах, простенках, пилястрах) наблюдаются сплошные вертикальные трещины. Происходит расслоение кладки по вертикали на отдельные самостоятельные работающие столбики. Наблюдается выпучивание сжатых и сжато-изогнутых элементов местами на величину 1/80 — 1/50 высоты конструкции. В кирпичных сводах, арках хорошо видны трещины и деформации, свидетельствующие об их аварийном состоянии. Наблюдается полное корродирование металлических затяжек и нарушение их анкеровки. Трещины в кладке от неравномерной осадки здания достигают 50 мм и более, наблюдаются значительные отклонения конструкций от вертикали (более 1/50 высоты конструкции).  Происходит расслоение кладки по вертикали в наружных стенах с выпучиванием и обрушением наружного слоя вследствие высокой температуры и влажности в помещении.  Горизонтальная гидроизоляция полностью нарушена. Кладка в этой зоне легко разбирается с помощью ломика. Камень крошится, расслаивается.  При ударе молотком по камню звук глухой.  Кладка в зоне дымовых и вентиляционных каналов легко разбирается руками.  Наблюдается разрушение кладки от смятия в опорных зонах ферм, балок, перемычек.  Плохое качество выполнения кладочных работ:  отсутствует перевязка швов;  негоризонтальность швов;  утолщение в 2—3 раза горизонтальных швов против нормативных значений;  отклонение от вертикали столбов, простенков, пилястр, в 5—10 раз превышающее нормативные значения |

Подобный анализ целесообразно выполнять и для *стальных и деревянных конструкций*. Естественно, что отдельные виды строительных конструкций (железобетонные, стальные, каменные, основания и фундаменты) могут иметь специфические, только им присущие дефекты и повреждения, а соответственно и особенности методики обследования и диагностики в целом.

При ***обследовании оснований и фундаментов зданий и сооружений***, подлежащих реконструкции, должна быть установлена несущая собность оснований и фундаментов. В целом работы по обследованию предусматривают выполнение инженерно-геологических и гидрогеологических исследований площадки застройки, инженерно-геологическое обследование грунтов оснований и инженерное обследование состояния фундаментов. Обследования оснований должны выполняться в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01 – 83 (2000) «Основания зданий и сооружений».

Инженерно-геологические обследования грунтов основания фундаментов и собственно фундаментов производят при отсутствии рабочих чертежей и исполнительных документов по возведению фундаментов, а также в случаях, когда обследованием надземных конструкций зданий и сооружений обнаружены деформации, причиной появления которых могут быть неравномерные осадки основания. Кроме того, такие обследования производят в случаях, когда реконструкцией предусматривается увеличение или изменение характера нагрузки, перестройка с устройством подвальных помещений, сооружение вблизи существующих зданий новых, изменение технологического процесса, связанного с воздействием на фундаменты агрессивных жидкостей, повышенных или пониженных температур и т. д.

Эти обследования производят с помощью открытых шурфов, количество и место расположения которых определяются в каждом конкретном случае (рисунок 13). Проходку шурфов по одному — два осуществляют у каждого вида конструкций в наиболее нагруженном и ненагруженном участках, у наружных и внутренних стен, колонн, фундаментов под оборудование и др. Шурфы обязательно отрывают вблизи продеформировавшихся конструкций, а также на участках, выделенных под проектирование пристроек к зданиям, надстроек, и в местах предполагаемого существенного повышения нагрузок.

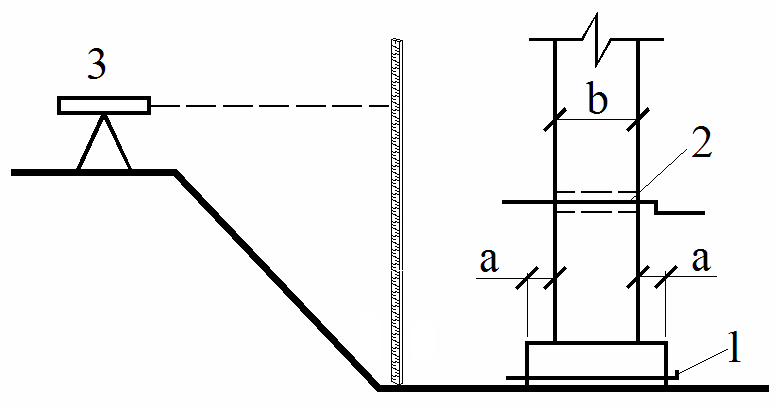


Рисунок 13. Схема определения геометрических параметров фундамента: 1 - Г- образный прут; 2 - сквозной проем; 3 – нивелир

Следует обратить внимание на недопустимость подтопления через шурфы оснований вскрытых фундаментов и их промерзания. После завершения работ по обследованию оснований и фундаментов шурфы необходимо засыпать послойной укладкой грунта с трамбованием и восстановить нарушенные водозащитные изоляционные покрытия.

При отсутствии рабочей документации на основания и фундаменты количество, глубина и расположение в плане шурфов должно быть достаточным для составления планов и разрезов фундаментов и установления несущей способности оснований.

Если имеется проектная исполнительная документация на основания и фундаменты, а строительные конструкции находятся в удовлетворительном состоянии, то допустимо выполнять только контрольное шурфирование.

Глубину шурфов устанавливают, как правило, не менее 0,5...1,0 м ниже подошвы фундамента.

После определения типа и конструкции, размеров и глубины заложения, наличия и вида гидроизоляции устанавливают физико-механические и физико-химические характеристики материала фундаментов известными методами (рассмотрены на предыдущих лекциях). При этом выявляют дефекты, повреждения, отступления от проекта.

При обследовании *свайных фундаментов* устанавливают их диаметр, количество и глубину, которую можно определить как шурфированием, так и геофизическими методами.

В процессе *обследования грунтов* в шурфах используют неразрушающие и экспресс-методы. Так, модуль деформации и прочность при одноосном сжатии могут быть определены на грунтовых образцах электронно-акустическим методом, суть которого заключается в определении скорости распространения акустического импульса в грунте, и по известным зависимостям в вычислении деформативно-прочностных характеристик. Плотность и пористость грунтов можно установить, пользуясь тарировочными кривыми по данным замеров интенсивности гамма- или нейтронного излучения импульсов.

Лабораторные испытания проводят с целью определения физико-механических характеристик грунтов с нарушенной и ненарушенной структурой: удельного веса, плотности, влажности, сопротивления грунта срезу, сжимаемости; для просадочных грунтов — коэффициента просадочности.

Опытом обследования оснований под эксплуатируемыми зданиями установлено, что в зависимости от вида грунтов и их влажности за счет опрессовки оснований нормативное сопротивление возрастает до 25 %.

При этом, исследуя пробы грунтов, взятых непосредственно в основании существующих сооружений, необходимо учитывать действительное напряженное состояние грунтов, а также условия их дальнейшей эксплуатации.

**3.6. Диагностирование бетонных и железобетонных конструкций**

*Методика диагностики бетонных и железобетонных конструкций.* При обследовании бетонных и железобетонных конструкций реконструируемых зданий и сооружений следует учитывать требования СНиП 2.03.01 - 84 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Согласно действующим в настоящее время принципам проектирования и расчета несущих конструкций по предельным состояниям при обследовании все обнаруженные дефекты (отклонения от нормативных требований) необходимо разделять на следующие типы: дефекты, указывающие на угрозу снижения или необеспечения несущей способности; дефекты, недопустимые с позиций пригодности конструкций к нормальной эксплуатации.

При этом необходимо иметь в виду, что одни и те же дефекты могут указывать на неудовлетворение как по несущей способности, так и по пригодности к эксплуатации. Например, ширина раскрытия трещин, нормальных к продольной оси изгибаемого элемента (без предварительного напряжения), в растянутой зоне асгс » 0,4мм свидетельствует о превышении требований по второй группе предельных состояний, ограничивающих ширину раскрытия величиной асгс ≤ 0,3 мм, и одновременно указывает на возможность достижения предела текучести арматурной стали А-П, что сопряжено с потерей несущей способности элемента.

Одним из наиболее характерных дефектов бетонных и железобетонных конструкций являются *трещины.* В соответствии с требованиями СНиП 2.03.01 - 84 в зависимости от категории трещиностойкостн, связанной с условиями эксплуатации, видом (классом) арматуры, напряженным состоянием сечений (растяжение, сжатие) и продолжительностью раскрытия, предельно допустимая ширина раскрытия трещин в условиях неагрессивной среды колеблется от асгс ≤ 0,1 мм до асгс ≤ 0,4 мм. Для 1-й категории трещиностойкости образование трещин вообще не допускается.

*Характер трещинообразования.* Следует различать трещины, появление которых вызвано напряжениями, проявившимися в железобетонных конструкциях в процессе изготовления, транспортировки и монтажа, и трещины, обусловленные эксплуатационными нагрузками и воздействием окружающей среды.

К трещинам, появившимся в *доэксплуатационный период*, относятся: усадочные трещины, вызванные быстрым высыханием поверхностного слоя бетона и сокращением объема, а также трещины от набухания бетона; трещины, вызванные неравномерным охлаждением бетона; трещины, вызванные большим гидратационным нагревом при твердении бетона в массивных конструкциях; трещины технологического происхождения, возникшие в сборных железобетонных элементах в процессе изготовления, доля которых в общем количестве дефектов в сборных железобетонных конструкциях достигает 60 %; трещины в сборных железобетонных элементах силового происхождения, вызванные неправильным складированием, транспортировкой и монтажом, при которых конструкции подвергались силовым воздействиям от собственного веса по схемам, не предусмотренным проектом.

Трещины, появившиеся, в *эксплуатационный период*, можно разделить на следующие виды: трещины, возникшие в результате температурных деформаций из-за нарушений требований устройства температурных швов или неправильности расчета статически неопределимой системы на температурные воздействия; трещины, вызванные неравномерностью осадок грунтового основания, что может быть связано с нарушением требований устройства осадочных деформационных швов, аварийным замачиванием грунтов, проведением земляных работ в непосредственной близости от фундаментов без обеспечения специальных мер; трещины, обусловленные силовыми воздействиями, превышающими способность железобетонных элементов воспринимать растягивающие напряжения.

Трещины силового характера необходимо анализировать с точки зрения напряженно-деформированного состояния железобетонной конструкции.

Так, в изгибаемых элементах, работающих по балочной схеме, возникают трещины, перпендикулярные (нормальные) продольной оси, вследствие появления растягивающих напряжений в зоне действия максимальных изгибающих моментов, и трещины, наклонные к продольной оси, вызванные главными растягивающими напряжениями в зоне действия существенных перерезывающих сил и изгибающих моментов (рисунок 14).

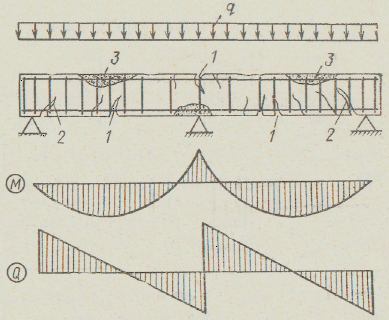


Рисунок 14. Характерные трещины в изгибаемых железобетонных элементах, работающих по балочной схеме: 1 - нормальные трещины в зоне максимального изгибающего момента; 2 - наклонные трещины в зоне максимальной поперечной силы; 3 - трещины и раздробление бетона в сжатой зоне элемента

Нормальные трещины имеют максимальную ширину раскрытия в крайних растянутых волокнах сечения элемента. Наклонные трещины начинают раскрываться в средней части боковых граней элемента — в зоне действия максимальных касательных напряжений, а затем развиваются в сторону растянутой грани. Раздробление бетона сжатой зоны сечений изгибаемых элементов указывает на исчерпание несущей способности конструкции.

Характерно развитие трещин силового происхождения на нижней растянутой поверхности плит с различным соотношением сторон (рис. СЛАЙД 5). При этом бетон сжатой зоны может быть не нарушен. Смятие бетона сжатой зоны указывает на опасность полного разрушения плиты.

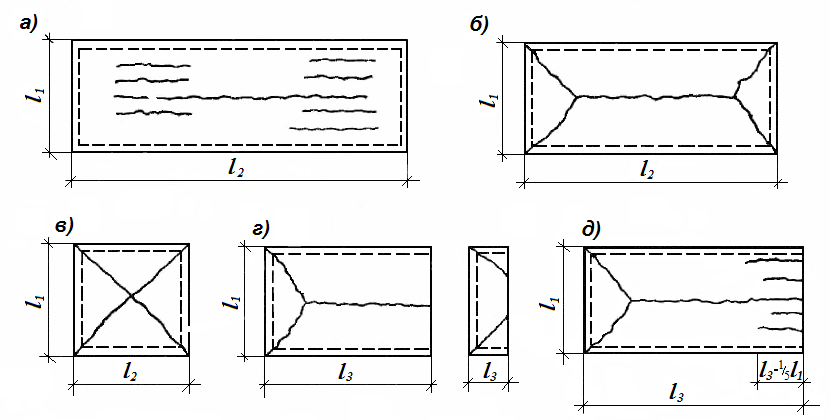


Рисунок 15. Характерные трещины по нижней поверхности плит:а - работающих по балочной схеме при *l*2/*l*1 ≥ 3; б - опертых по контуру при *l*2/*l*1 < 3; в -то же, при *l*2/*l*1 = 1; в - опертых по трем сторонам при *l*2/*l*1 < I,5; д - то же, при *l*2/*l*1 > 1,5

Появление продольных трещин вдоль арматуры (рисунок 15, а) в сжатых элементах свидетельствует о разрушениях, связанных с потерей устойчивости (выпучиванием) продольной сжатой арматуры из-за недостаточного количества поперечной (косвенной) арматуры.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а) сжатых, вдоль продольной арматуры | б) изгибаемых в двух плоскостях, по всей высоте сечений элементов |

Рисунок 15. Трещины в железобетоных элементах

Вообще же дефекты в виде трещин и отслоения бетона вдоль арматуры железобетонных элементов могут быть вызваны и коррозионным разрушением арматуры, В этих случаях происходит нарушение сцепления продольной и поперечной арматуры с бетоном. Нарушение сцепления арматуры с бетоном за счет коррозии можно установить простукиванием поверхности бетона, при этом прослушиваются пустоты.

Продольные трещины вдоль арматуры с нарушением сцепления ее с бетоном могут быть вызваны и температурными напряжениями при эксплуатации конструкций с систематическим нагревом свыше 300 °С или после действия пожара.

Появление в изгибаемых элементах поперечной, практически перпендикулярной продольной оси элемента трещины, проходящей через все сечение (рисунок 15, б), может быть связано с воздействием дополнительного изгибающего момента в горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости действия основного изгибающего момента (например, от горизонтальных сил в подкрановых балках). Такой же характер имеют трещины, и в растянутых железобетонных элементах, но при этом трещины просматриваются на всех гранях элемента, опоясывают его.

Необходимо обращать внимание на трещины, обнаруженные на опорных участках у торцов железобетонных конструкций. Трещины у торцов предваритедъно напряженных элементов, ориентированные вдоль арматуры, указывают на нарушение анкеровки арматуры. Об этом же свидетельствуют и наклонные трещины в приопорных участках, пересекающие зону расположения предварительно напряженной арматуры и распространяющиеся на нижнюю грань края опоры (рисунок 16).

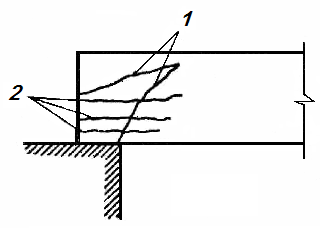


Рисунок 15. Трещины в опорной части предварительно напряженного элемента:1 – при нарушении анкеровки напряженной арматуры; 2 – при недостаточности косвенного армирования сечения на действие усилия обжатия

В процессе предварительного обследования часто возникает необходимость оценки ориентировочной прочности бетона и арматурной стали. При этом для бетона можно воспользоваться данными таблицы 10. Метод основан на простукивании поверхности конструкции слесарным молотком массой 0,4...0,8 кг непосредственно по очищенному растворному участку бетона или по зубилу, установленному перпендикулярно поверхности элемента. При этом для оценки прочности принимаются минимальные значения, полученные в результате не менее 10 ударов. Кроме того, следует учитывать, что более звонкий звук при простукивании соответствует более прочному и плотному бетону. Для получения достоверных данных о прочности бетона и арматурной стали следует прибегнуть к методам, рассмотренным ранее.

Таблица 10. Прочность бетона, устанавливаемая путем простукивание поверхности (ориентировочная оценка)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты одного удара средней силы молотком массой 0,4…….0,8 кг | | Прочность бетона, МПа |
| непосредственно по поверхности бетона | по зубилу, установленному «жалом» на бетон |
| На поверхности бетона остается слабо заметный след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки | Неглубокий след, лещадки не откалываются | Более 20 |
| На поверхности бетона остается заметный след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки | От поверхности бетона откалываются острые лещадки | 20...10 |
| Бетон крошится и осыпается; при ударе по ребру откалываются большие куски | Зубило проникает в бетон на глубину до 5 мм, бетон крошится | 10...7 |
| Остается глубокий след | Зубило забивается в бетон на глубину более 5 мм | Менее 7 |

В предварительно напряженных конструкциях взятие проб бетона путем выбуривания кернов и определение прочности бетона разрушением малых объемов необходимо осуществлять на достаточном удаление от участков анкеровки арматуры.

Для предварительной оценки прочности арматуры по ее внешнему виду можно воспользоваться таблицей 11, в которой приведены наименьшие значения пределов текучести арматурных сталей. Причем в конструкциях, возведенных в период до 1938 г., могла применяться арматура гладкого профиля, так называемое «торговое железо», Ст. 1; 2 и Ст. 0, для которых предел текучести устанавливался как среднее арифметическое значение по результатам испытаний трех - пяти образцов. Расчет прочности железобетонных конструкций при этом производился по методу допускаемых напряжений. С момента введения для оценки прочности стали понятия коэффициента однородности и браковочного минимума предела текучести (1935 г.) эта величина стала контролируемой.

Таблица 11. Предел прочности арматурных сталей, определяемый по внешнему виду (максимальная величина для ориентировочной оценки несущей способности конструкций)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Внешний вид арматуры | Предел текучести стали, МПа | Предел текучести стали по браковочному минимуму, МПа |
| Гладкая в зданиях постройки:  до 1938 г.  после 1938 г.  Периодического профиля с ребрами:  винтового направления  образующими елочку  Жесткая из прокатных профилей | 190  -  -  -  - | -  230  300  400  200 |

Следует отметить, что в таблице 11 приведены наибольшие величины предела текучести стали для предварительной оценки несущей способности конструкций. Повышение этой величины возможно после лабораторных испытаний образцов стальной арматуры, вырезанных из конструкции (не менее трех образцов каждого вида арматуры), или на основании подтверждающей технической документации.

В процессе проведения диагностики железобетонных конструкций целесообразно систематизировать полученные данные, для чего материалы обследования сводятся в таблицы или карты дефектов и повреждений.

**3.7. Обследование каменных и армокаменных конструкций**

При обследовании каменных и армокаменных конструкций необходимо прежде всего выделить несущие элементы, на состояние которых следует обратить особое внимание. Визуально и с помощью специальных приборов (рассмотрены ранее) устанавливают характерные отклонения от нормативных требований и проектных решений. При этом выявляют фактические размеры конструктивных элементов, характер сопряжения стен между собой и конструкциями перекрытий и элементов каркаса, величину деформаций каменных и армокаменных конструкций в своей плоскости и перпендикулярно ей; несоблюдения требуемых условий опирания плит, балок, перемычек, состояние стальной арматуры и закладных деталей, степень повреждения их коррозией. Необходимо установить размеры разрушений, к которым относятся сколы, трещины и другие дефекты, и причины, их вызвавшие.

Среди возможных *причин возникновения дефектов* можно выделить механические, динамические, коррозионные, температурные, влажностные воздействия, а также дефекты, обусловленные неравномерностью деформаций оснований. Последние могут быть вызваны как разностью степени загружения соседних участков стен (например, торцевых - самонесущих и продольных — несущих), так и разностью геологических условий на смежных участках, а также следствием вымывания грунта из-под фундамента грунтовыми или аварийными водами, замачиванием просадочных грунтов и др.

Целесообразно в процессе обследования выяснить, нарастают ли трещины во времени. С этой целью на трещины устанавливают маяки.

Для наблюдения за прогибами и осадками используют геодезические методы, описанные выше.

Обнаруженные в несущих каменных конструкциях трещины следует оценивать с позиций работы кладки под нагрузкой при сжатии (рисунок 16). При этом не нужно исключать возможность появления трещин в результате нарушения технологии возведения кладки, например, в зимнее время, а также вызванных усадочными и температурными деформациями.

Важным этапом обследования каменных конструкций является установление деформативно-прочностных характеристик кладки. Прежде всего, необходимо оценить качество выполненной кладки и ее соответствие проектным или другим техническим требованиям: заполнение швов раствором, соблюдение горизонтальности рядов, толщины горизонтальных швов, осуществление необходимой перевязки швов и др.

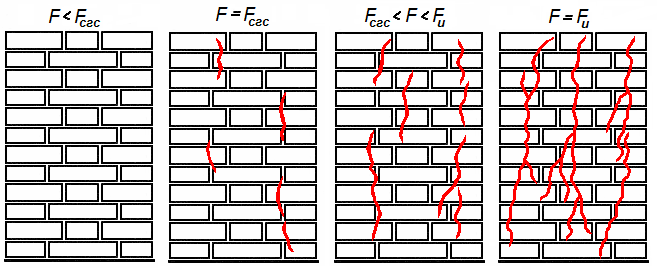


Рисунок 16. Стадии работы кладки при сжатии: F - усилие в кладке; Fсгс – усилие в кладке, при котором образуются трещины; Fu - разрушающее усилие

*Прочность кирпича и камней* необходимо определять в соответствии с требованиями ГОСТ 8462 - 85, раствора - ГОСТ 5802 - 86 или СН 290 - 74. *Плотность и влажность каменных кладок* определяют в соответствии с ГОСТ 6427 - 75, 12730.2 - 78 путем установления разницы веса образцов до и после высушивания. *Морозостойкость каменных материалов и растворов*, а также нх *водопоглощение* устанавливают по ГОСТ 7025 - 78.

Отбор образцов для испытаний производят из малонагруженных элементов конструкций при условии идентичности применяемых на этих участках материалов. Образцы кирпичей или камней должны быть целыми без трещин. Из камней неправильной формы выпиливают кубики с размерами ребра от 40 до 200 мм или высверливают цилиндры (керны) диаметром от 40 до 150 мм. Для испытаний растворов изготовляют кубы с ребром от 20 до 40 мм, составленные из двух пластин раствора, склеенных гипсовым раствором. Образцы испытывают на сжатие с использованием стандартнего лабораторного оборудования.

Участки кирпичной (каменной) кладки, с которых отбирали образцы для испытаний, должны быть полностью восстановлены для обеспечения исходной прочности конструкции.

Обследования каменных и армокаменных конструкций следует выполнять с учетом требований СНиП И-22 - 81 «Каменные и армокаменные конструкции», а также «Рекомендаций по усилению каменных конструкций зданий и сооружений».

**3.8. Особенности диагностики металлических и деревянных конструкций**

***Диагностика металлических конструкций***. Стальные конструкции особенно широко используются в промышленных зданиях и сооружениях. Методика обследования металлических конструкций должна основываться на положениях СНиП 11-23 - 81 «Стальные конструкции» и др.

В связи с особенностями проектирования и возведения стальных конструкций работы по их обследованию имеют определенные отличия от аналогичного обследования железобетонных и каменных элементов. Сечения металлических элементов, как правило, легкодоступны, что упрощает их обмеры (арматура в железобетонных элементах скрыта в толще бетона). Относительно точные методы расчета позволяют проектировать металлические конструкции с минимальными запасами прочности, что, с другой стороны, вызывает необходимость предъявлять повышенные требования к качеству их выполнения и соответствию проектным решениям.

При обследовании необходимо прежде всего обращать внимание на сжатые элементы, так как ввиду тонкостенности их сечения чаще всего лимитируются не прочностью, а устойчивостью. Высокоответственными элементами металлических конструкций являются узловые соединения, поэтому в начальной стадии обследований должно быть установлено соответствие проекту сечений элементов и узлов, проверены прямолинейность стержней, наличие соединительных планок, особенно в сжатых стержнях. Необходимо выявить, имеются ли превышения нормативных прогибов, углов поворота и других перемещений элементов.

Важными условиями повышения надежности стальных конструкций являются высокое качество стали (особенно размер и однородность зерна) и технология изготовления и монтажа (качество сварки и др.).

Учитывая вышеприведенные особенности, при проведении обследования стальных конструкций необходимо обратить внимание на узлы и детали с высокими местными напряжениями от сосредоточенных нагрузок, с резкими концентраторами напряжений при сочетании с высокими местными напряжениями, ориентированными поперек направления действующих растягивающих напряжений, на сближение (примыкание и пересечение в узлах) и резкое изменение направлений сварных швов в элементах конструкций, на резкие перепады сечений элементов, а также их соединение с эксцентриситетом относительно центра тяжести сварных швов и др.

Во всех случаях должно быть тщательно обследовано *состояние сварных заклепочных и болтовых соединений*. Сварные соединения встречаются наиболее часто. Обследование начинают с визуального осмотра сварных швов, с помощью которого можно обнаружить трещины, поверхностную пористость, незаполненные кратеры, несплавления по кромкам, подрезы, наплывы, прожоги и др. Степень провара сварных швов устанавливают; угловых - методом засверливания, стыковых - физическими методами контроля. Засверливание производят по оси шва обычным сверлом диаметром на 6 мм больше ширины наружной поверхности шва. Осмотр высверленного места выполняют через лупу дважды - сразу после сверления и после обработки 20%-ным раствором азотной кислоты для определения границ сварного шва. Физические методы контроля в ответственных сварных соединениях осуществляют при наличии соответствующего оборудования и специалистов (рисунок 17). К этим методам относятся: просвечивание рентгеновскими и γ-лучами, магнитная и порошковая дефектоскопия (ГОСТ 21105 - 87), магнитографический и радиографический (ГОСТ 7512—82), электромагнитный и ультразвуковой (ГОСТ 23858—79).

При обследовании отдельных видов конструкций можно выделить наиболее ответственные элементы и присущие им дефекты. Так, в конструкциях стальных покрытий следует обратить внимание на трещины в стыковых накладках и узловых фасонках поясов стропильных и подстропильных ферм, особенно растянутых, на опорные узлы ферм, где проверить состояние опорных столиков и плотность опирания опорных фланцев, на узлы опирания панелей покрытия и прогонов, которые должны иметь требуемые площади опирания и сварные соединения закладных деталей железобетонных плит со стропильной конструкцией.

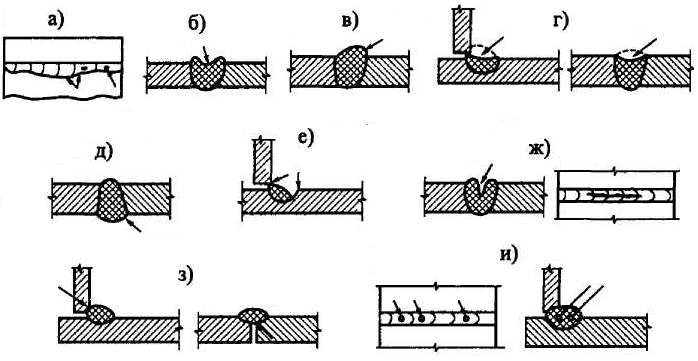


Рисунок 17. Дефекты сварных соединений: а - неравномерное сечение шва, кратеры; б - прожоги; в - резкий переход от металла шва к основному; г - неполномерность шва; д - наплывы; е - подрезы основного металла; ж - трещины; з - непровары; и - шлаковые включения

В стальных колоннах необходимо, прежде всего, проверить, не имеют ли конструкции механических повреждений в местах технологических проездов и на участках складирования материалов, состояние анкерных закреплений колонн в фундаментах, а также узлов опирания подкрановых балок на консоли, убедиться в сохранности узлов крепления связей.

В подкрановых балках особо опасными дефектами считаются трещины в верхних поясных швах, в стенке под короткими ребрами жесткости и в швах крепления ребер к верхнему поясу, прогибы и поперечные трещины верхнего пояса балки. При этом следует обратить внимание на состояние крепления тормозного листа или фасонок тормозной фермы ив целом на крепление тормозной конструкции к колонне, крановых рельсов, стыков рельсов и узлов крепления рельсов к балке.

На обследуемом объекте необходимо выделить для детальной проверки конструкции, эксплуатируемые вблизи источников повышенного тепловыделения, в зонах действия динамических нагрузок, химически агрессивных сред и других специфических воздействий.

Качество стали обследуемых конструкций и ее сопротивляемость хрупкому разрушению устанавливают на основании сопоставления результатов испытаний стали методами, ранее рассмотренными. Нормативные и расчетные сопротивления материала конструкций и соединений определяют в соответствии с указаниями норм.

***Дефектоскопия деревянных элементов.*** Деревянные конструкции в современном строительстве в качестве несущих элементов применяют сравнительно редко. Однако в зданиях старой постройки они встречаются в качестве стропильных элементов чердачной кровли, стропильных конструкций покрытий, перекрытиях жилых и общественных зданий, в некоторых сооружениях, сельскохозяйственных, производственных зданиях и др.

При обследовании деревянных конструкций прежде всего необходимо обратить внимание на условия их эксплуатации, выявить плохо вентилируемые помещения с повышенной влажностью, места систематического замачивания (увлажнения) деревянных элементов. Именно насыщение водой может стать причиной загнивания и распространения дефектов, вызванных появлением грибков, питающихся веществами клеток древесины, деревянных конструкций.

Для установления повреждений должны быть отобраны *образцы древесины* для последующего лабораторного микологического анализа. Образцы для анализа размером примерно 15x10х5 мм отбирают с сохранением грибных образований. Проверку состояния труднодоступных мест производят путем выборочных вскрытии полов, перегородок, подшивки потолков, опор балок и ферм. В междуэтажных перекрытиях вскрытие осуществляют на участках между балками на площади не менее 0,5 м2. На накатах убирают засыпку, а с поверхности перегородок и потолков — штукатурку на участках 30х30 см. Вскрытия целесообразно производить и в местах прохождения водопроводных и канализационных труб.

Прочностные характеристики древесины можно установить по виду материала (сосна, ель, лиственница, кедр, пихта и др.), пользуясь их нормативными характеристиками, или путем испытаний вырезанных образцов.

При проведении общего обследования деревянных конструкций необходимо обратить внимание на качество выполнения и состояние металлических накладок, болтов, скоб, хомутов, проволоки и др. При значительном повреждении указанных металлических элементов коррозией прочность соединений оценивается с учетом этого фактора.

Все работы по обследованию деревянных конструкций необходимо производить, основываясь на требованиях СНиП П - 25 - 80 «Деревянные конструкции».

**3.9. Составление заключения о техническом состоянии зданий и сооружений**

По окончании всего цикла работ по обследованию составляется заключение о техническом состоянии зданий и сооружений рассматриваемого объекта.

Заключение должно содержать:

1) задание, на основе которого выполнена работа;

2) использованные первоисточники (техническая документация и т.п.);

3) кем и когда выполнены обследования объекта и поверочные расчеты;

4) краткое описание архитектурно-планировочного решения, технологического назначения объекта и условий эксплуатации;

5) результаты натурного обследования, включая данные о физико-механических характеристиках оснований, фундаментов и надземных несущих конструкций, характерные дефекты, снижающие прочность и жесткость здания (сооружения);

6) результаты поверочных расчетов;

7) выводы о несущей способности оснований, фундаментов и надземных конструкций;

8) первоочередные мероприятия по усилению (в случае необходимости);

9) мероприятия по технике безопасности.

Среди перечисленных разделов заключения ключевым является вопрос о несущей способности конструкций зданий и сооружений. Ответ на него получают в результате проведения поверочного расчета несущей способности оснований и конструкций объекта, используя результаты данного обследования.

Выполняя поверочный расчет фактической несущей способности реконструируемых зданий и сооружений, *нагрузки и воздействия* следует принимать, руководствуясь положениями норм, и уточнять на основании проведенных обследований.

*Действительные постоянные нагрузки* от собственного веса конструкций должны быть установлены на основании определения плотности и фактических размеров элементов.

Путем случайного отбора образцов, количество которых должно быть не менее 5, рекомендуется определять нормативные нагрузки от собственного веса конструкций путем статистической обработки результатов взвешивания образцов. Этот способ целесообразен для материалов, обладающих существенной изменчивостью плотности: легких и ячеистых бетонов, засыпок, утеплителей и др. Для стали и тяжелого бетона плотность устанавливается по справочным данным.

Способ определения нагрузок от собственного веса путем установления плотности образцов предполагает их взвешивание, вычисление объема и на основании этих данных получение плотности, которая и является исходной для установления фактической нагрузки.

*Временные длительные нагрузки* необходимо устанавливать с учетом норм, с уточнением действительной схемы расположения на основании паспортных данных или рабочих чертежей, при их отсутствии — по обмерочным чертежам, а при возможности — путем взвешивания.

При определении *временных кратковременно действующих нагрузок* на эксплуатируемых объектах необходимо пользоваться нормативными или паспортными данными, но при этом допускается учитывать фактический характер и величину. Так, при определении вертикальных крановых нагрузок, действующих на конструкции -здания, разрешается учитывать фактическое размещение кранов и приближение крановой тележки к колоннам при условии, что имеются ограничители сближения и перемещения кранов и тележек или другие гарантирующие меры ограничения зоны действия кранов.

При специальном обосновании на период производства строительных работ по реконструкции в соответствии с указаниями действующих норм по нагрузкам для периода возведения при новом строительстве допускается уменьшать значения снеговых, ветровых, гололедных и климатических температурных нагрузок и воздействий, а также принимать нормативные значения эквивалентных равномерно распределенных нагрузок от оборудования и складируемых материалов по фактическим величинам.

Проведение поверочных расчетов обследуемых строительных конструкций зданий и сооружений можно разделить на два этапа: 1) определение несущей способности отдельных элементов (расчет по предельным состояниям первой группы); 2) определение усилий в конструкциях от внешних нагрузок и воздействий, соответствующих проектному заданию на реконструкцию.

В случаях, когда конструкции выполнены в соответствии с проектом и не имеют дефектов и повреждений, при наличии технической документации, включая данные о их несущей способности, поверочные расчеты могут быть выполнены в ограниченном объеме: производят сопоставление внутренних усилий, возникающих от расчетных нагрузок, с несущей способностью конструкций, приведенной в технической документации.

Поверочные расчеты несущей способности существующих конструкций должны выполняться по данным проведённых обследований, т.е. учитывать фактические размеры сечений, прочностные и деформативные характеристики материалов, обнаруженные дефекты и повреждения и др.

В процессе обработки результатов обследований сопоставляют действительные (полученные при испытаниях) прочностные характеристики материалов конструкций с заложенными в проекте.

Переход от нормативных значений сопротивлении к расчетным, а также способы перехода от определяемой прочностной характеристики (предел текучести — для стали, класс по прочности на сжатие — для бетона и др.) к другим характеристикам прочности и деформа-тивности осуществляются в соответствии с требованиями СНиПов.

Действующими нормами по проектированию бетонных и железобетонных конструкций введена *новая характеристика бетона по прочности* — «класс бетона» взамен ранее принятой — «марки бетона». Взаимосвязь этих характеристик может быть осуществлена посредством использования данных, приведенных в таблице 12.

Условную марку бетона определяют формуле

В/[0,0980665 (1 - 1,64V)],

где В — числовое значение класса бетона, МПа; 0,0980665 — переходной коэффициент от МПа к кгс/см2; V — номинальное значение коэффициента вариации прочности бетона.

Таблица 12. Данные по соотношению между марками и классами бетона по прочности на сжатие

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка бетона по прочности на сжатие | Соотношение прочностей бетона соответствующим маркам и классам бетона по прочности на сжатие | | | | |
| Класс бетона по прочности на сжатие | Условная марка бетона, соответствующая классу бетона по прочности на сжатие | | | |
| Бетон всех видов, кроме ячеистого | Отличие от марки бетона, % | Ячеистый бетон | Отличие от марки бетона % |
| М15 | В1 |  |  | 14,47 | -3,5 |
| М25 | В1.5 |  |  | 21,70 | -13,2 |
| М25 | В2 |  |  | 28,94 | +15,7 |
| М35 | B2.S | 32,74 | -6,5 | 36,17 | +3,3 |
| М50 | В3.5 | 45,84 | -8,1 | 50,64 | +1,3 |
| М75 | В5 | 65,48 | -12,7 | 72,34 | -3,5 |
| М100 | В7,5 | 98,23 | -1,8 | 108,51 | +8,5 |
| М150 | ВЮ | 130,97 | -12,7 | 244,68 | -3,55 |
| М160 | В12.5 | 163,71 | +9,1 | 180,85 |  |
| М200 | В15 | 196,45 | -1,8 | 217,02 |  |
| М250 | В20 | 261,93 | +4,8 |  |  |
| М300 | В22,5 | 294,68 | -1,8 |  |  |
| М300 | В25 | 327,42 | 9,1 |  |  |
| М350 | В25 | 327,42 | -6,45 |  |  |
| М350 | В27,5 | 360,16 | +2,9 |  |  |
| М400 | ВЗО | 392,90 | -1,8 |  |  |
| М450 | В35 | 458,39 | + 1,9 |  |  |
| М500 | В40 | 523,87 | +4,8 |  |  |
| М600 | В45 | 599,35 | - 1,8 |  |  |
| М700 | В50 | 654,84 | -6,45 |  |  |
| М700 | В55 | 720,32 | +2,9 |  |  |
| М800 | В60 | 785,81 | -1,8 |  |  |

Примечание. Условная марка бетона - среднее значение прочности бетона из серии образцов (кгс/см2), приведенной к прочности образца базового размера (куба с ребром 15 см) в соответствии с ГОСТ 10180 — 78\*, при номинальном значении коэффициента вариации прочности бетона.

Конструкции, относящиеся ко второй группе, необходимо рассчитывать по нормам, действующим на период обследования с учетом их фактического состояния.

Часто особенности действительной работы конструкций, имеющих дефекты и повреждения, учесть прямым расчетом затруднительно. В этих случаях допускается вводить в расчет коэффициенты условий работы, которые устанавливаются научно-исследовательской или проектной организацией на основе специальных исследований и опыта эксплуатации конструкций. В качестве примера можно привести *методику оценки несущей способности кирпичной кладки*, имеющей повреждения, разработанную ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР.

Условие, при котором поврежденные каменные и армокаменные конструкции подлежат усилению, имеет вид (СЛАЙД 12)

Кб.п F ≥ Ф Ктр,

где Кб.л — коэффициент безопасности (Кб.п = 1,7 - для неармированной кладки, 1,5 - для кладки с сетчатым армированием); F - фактическая нагрузка в момент обследования; Ф - несущая способность конструкции без учета повреждений, определяемая по фактическим значениям площади сечений, гибкости и прочности материалов кладки в соответствии с указаниями.

При этом в формулы для расчета конструкции подставляется средний предел прочности кладки R, который при известной марке кирпича и раствора принимается равным удвоенной величине расчетного сопротивления кладки R.

Коэффициент снижения несущей способности Ктр каменных конструкций при наличии повреждений кладки стен, столбов и простенков вертикальными воздействиями и неравномерными осадками оснований определяют по таблице 13.

Таблица 13. Значения коэффициента снижения несущей способности кладки в зависимости от характера повреждений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характер повреждения кладки стен столбов и простенков | Ктр при кладке | |
| неармированной | армированной |
| Трещины в отдельных кирпичах, не пересекающие растворные швы | 1 | 1 |
| Волосные трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной 15…...18 см) | 0,9 | 1 |
| То же, при пересечении не более четырех рядов кладки (длиной до 30... 35 см) при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка | 0,75 | 0,9 |
| Трещины с раскрытием до 2 мм, пересекающие не более восьми рядов кладки (длиной до 60….65 см) при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба, простенка | 0,5 | 0,7 |
| То же, при пересечении более восьми рядов (длиной более 65 см) | 0 | 0,5 |

Задача определения усилий в несущих строительных элементах решается путем статического расчета конструкций, который осуществляется известными методами строительной механики, в том числе с использованием ЭВМ. В необходимых случаях выполняют расчет на действие динамических (технологических или сейсмического характера) нагрузок, а также проверяют устойчивость сооружения в целом и его элементов.

*Важнейшим этапом расчета* является установление конструктивной расчетной схемы здания или сооружения и нагрузок, наиболее отвечающих действительности. Здесь необходимо обратить внимание на фактическое исполнение узлов опирания и сопряжения элементов конструкций, на наличие и состояние связей, обеспечивающих пространственную жесткость зданий и сооружений и их элементов. Следует учесть фактические и предполагаемые сочетания постоянных и временных нагрузок и другие принятые в расчете предложения.

При расчетах необходимо стремиться к выявлению скрытых резервов несущей способности элементов, существенное увеличение которой может дать учет пространственной работы конструкций, рассчитанных ранее как плоские.

Некоторый запас прочности конструкции могут иметь за счет завышенных сечений, подбор которых до введения методов расчета по предельным состояниям производился по завышенным нормам нагрузок и заниженным допускаемым напряжениям.

Заключение о техническом состоянии зданий и сооружений служит основой для предварительного решения о целесообразности реконструкции строительной части объекта.

***Предварительная оценка стоимости реконструкции и целесообразности ее проведения.*** Экономическая целесообразность реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий обеспечивается за счет сокращения капитальных вложений по сравнению с новым строительством, уменьшения расхода и интенсивности использования материально-технических, трудовых и энергетических ресурсов. В результате реконструкции может быть обеспечен прирост объема выпускаемой продукции предприятием, снижение издержек промышленного производства, обновление ассортимента и улучшение качества производимой продукции, улучшение условий труда рабочих предприятия.

Экономическая целесообразность реконструкции жилых зданий может быть установлена путем сравнения расходов на реконструкцию с расходами на строительство нового здания такой же площади с учетом сроков их дальнейшей эксплуатации:

Ср / Вр ≤ Сн / Вн,

где Ср — стоимость реконструкции с учетом возможного уменьшения жилой площади; Сн — стоимость нового здания с той же жилой площадью; Вр — время службы реконструируемого здания; Вн — время службы нового здания.

Аналогичный подход возможен и к оценке эффективности реконструкции общественных зданий.

Стоимость реконструкции прежде всего зависит от степени физического и нормативного износа зданий и устанавливается по смете на разработанный проект реконструкции, в основу которого положены данные заключения о техническом состоянии объекта.

Сроки службы определяются капитальностью зданий и зависят от долговечности применяемых материалов и конструкций из них. Например для жилых зданий приняты шесть групп капитальности, в соответствии с которыми сроки службы находятся в пределах 15.....150 лет.